



## الفصل الأول

Date: \_\_\_\_\_

## الحركة الموجية

مبدأياً كده طالما معاك ورق الفيزياء ببساطة للمدعو أحمد جمال  
فانت في الأماني يا مان عشان فيه هتلاقينا بندر ش معاك شوية  
وباللغة العامية اللي بتحبها يا سيدى .... يلا نبداً ! -

## أنواع الحركة

دورية

انتقالية

موجية اهتزازية

- لها بداية ونهاية. - بتكرر نفسها على فترات زمنية متساوية.

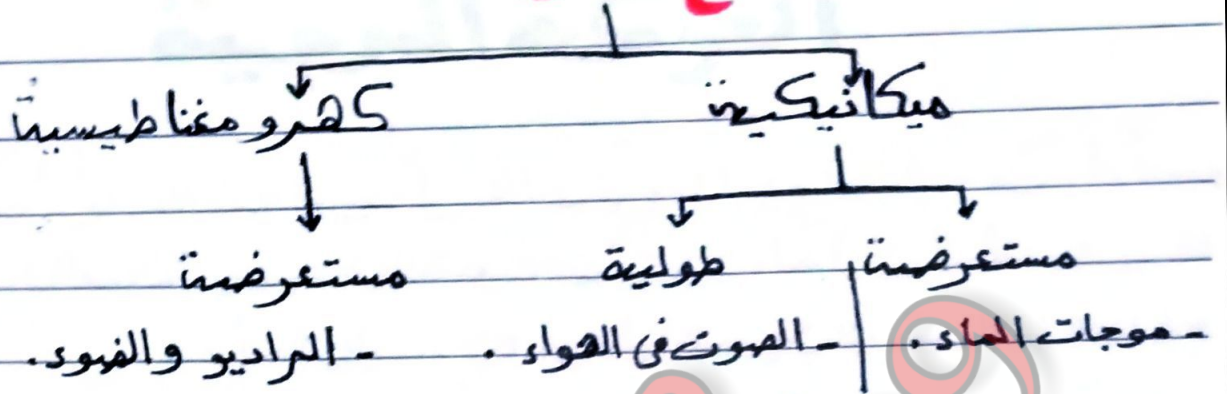
## \* الحركة الموجية

زمان وانت صغير كنت بتجيب طوبى وتقذفها في التربة وتلاقى المياه  
بتعمل دوائر مركزها الطوبى دي ... تفكر دأ معناه إيه ؟!  
- معناه إن تصادم العجم مع الماء مصدر للاضطراب.  
- الاضطراب دا بيتشرف فوق سطح الماء على هيئة دوائر منتظمة  
متحدة المركز ... والكلام دا بيعمل معاه انتقال للطاقة مع عند  
الطوبى (مصدر الاضطراب) وفي نفس اتجاه انتشار الاضطراب.

**الموجية :** اضطراب ينتقل وينقل الطاقة في اتجاه الانتشار.



## أنواع الموجات



**الموجات الميكانيكية:** موجات تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط المادي.

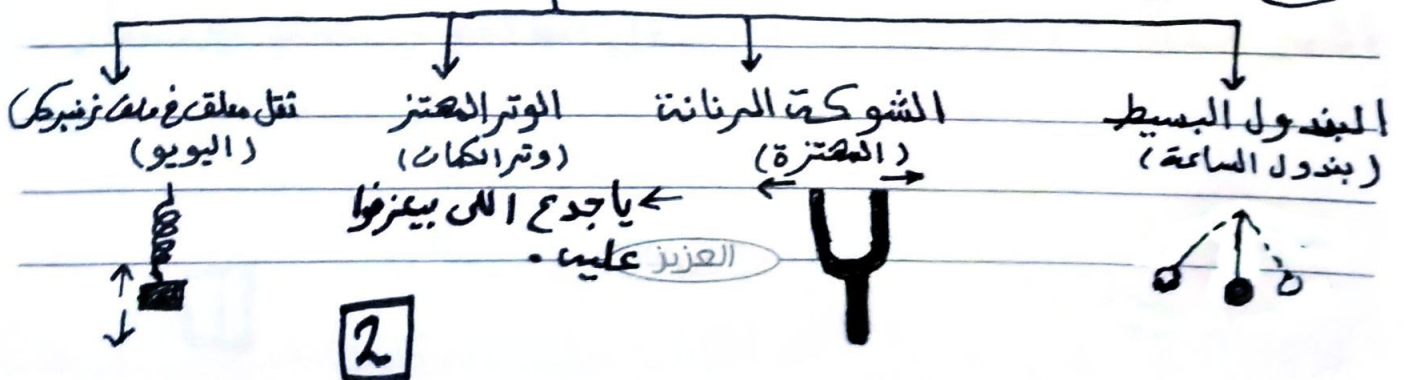
تنتشر خلال الأوساط المادية فقط.  
مثلها - موجات في الماء - والصوت في الهواء. والاهتزازات في الأوتار عند اهتزازها.

### شروط الحصول على الموجات الميكانيكية :-

- 1 وجود مصدر اهتزاز.
  - 2 حدوث اضطراب.
  - 3 وجود وسط مادي ينتقل من خلاله هذا الاضطراب.
- لذلك ينتشر الصوت في الغازات ولا ينتشر في الفراغ.

### 1 وجود مصدر اهتزاز :-

حمادة لال يقول ان لما الجسم يهتز يصنع حركة اهتزازية... فتنتج الموجات الميكانيكية، ومن أمثلة المصادر المهتزة :



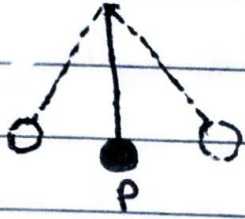




Subject : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## ٥ حدوث اضطراب ينتقل من المصدر إلى الوسط :

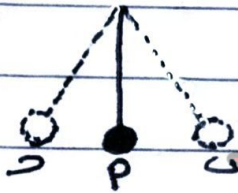


البندول الفلبان كان ساكناً عند النقطة P ، وقام واحد رخم وهزّه ... فالتحرك على جانب موضع سكونه فيما يعرف بالحركة الاهتزازية .

الحركة الاهتزازية : حركة يهزها الجسم على جانب موضع سكونه وتكرر على فترات زمنية متساوية .

## مفاهيم مرتبطة بالحركة الاهتزازية

سعة الاهتزازة      الاهتزازة الكاملة      التردد      الزمن الدوري



## ٦ سعة الاهتزازة :

الآن عمنا البندول ببعدى موضع سكونه P ومتجهاً إلى النقطة ب وهو في طريقه الآن يهز بانهزاجاً ولما يوصل للنقطة ب هيكوى صنع أقصى انزاحة ... مع العلم لما يوصل ب هتكوى سرعتى انعدمت وهي غير اتجاهه وهتكوى أقصى سرعة له عند P وهو راجع .

سعة الاهتزازة : أقصى انزاحة للجسم المهتز بعيداً عن موضع سكونه الأصلي .

أو المسافة بين نقطتين متقابلتين في مسار حركة الجسم تكون سرعتى عند إحداها أقصىها وعند الأخرى منعدمة .  
الانزاحة : بُعد الجسم فى أى لحظة عن موضع سكونه أو اتزانه الأصلي .

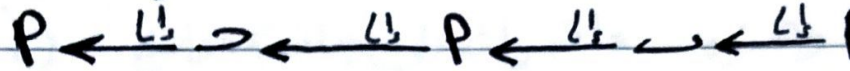


Subject : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## ☐ الاهتزازة الكاملة :

لورجعت للمصفحة التي فانت هتلاقى بان مسار البندول كالآتي



لوركزت هتلاقى البندول بيمر ب P مرتين متتاليتين في نفس الاتجاه وبالتالي يكون قد صنع اهتزازة كاملة .

**الاهتزازة الكاملة :** الحركة التي يحدثها الجسر المهتز في الفترة الزمنية التي تمضي بين مروره بنقطة واحدة مرتين متتاليتين في مسار حركته وفي اتجاه واحد.

وأنابشوط الكرة وأثناء صعودها السعال... بقول لصاحبها هو طور هذه الكرة؟! ... قال مش عارف ... قولنا لما أسألك عن طور الكرة يبقى تكلمني عن موضعها واتجاه حركتها في اللحظة دي .

**- الطور :** موضع واتجاه حركة جزيء من جزيئات الوسط عند لحظة معينة .

**☐ التردد :** عدد الاهتزازات الكاملة التي يحدثها الجسر المهتز في الثانية الواحدة .

**و** عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في زمن 1 ثانية .

**و** عدد الأطوال الموجية التي تقطعها الموجة في زمن 1 ثانية .

$$\nu = \frac{n}{t}$$

عدد الاهتزازات الكاملة  
الزمن بالثانية

يبرمز للتردد بالرمز  $\nu$  « فيو » حيث  
وحدة قياس التردد هي الهيرتز ( Hz )

$$Hz = \frac{\text{دورة}}{\text{ثانية}} = \frac{\text{ذبذبة}}{\text{الثانية}}$$

ملحوظة : لما جيت اعرّف التردد  $\nu$  روجت للطرف اليمين من العلاقة  $\nu = \frac{n}{t}$  وخليت المقام بـ 1 وبدأت التعريف منه البسط وهعمل كذا في كل التعريفات اللاحقة من القوانين .



Subject : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

**٥ الزمن الدوري :** الزمن الذي يستغرقه الجسم المهتز لعمل اهتزازة كاملة.

**ز** الزمن الذي تستغرقه الموجة لتقطع مسافة تعادل طول موجي واحد.  
**ز** الزمن الذي يستغرقه الجسم ليمر بنقطة واحدة مرتين متتاليتين في مسار حركته وفي اتجاه واحد.

$$T = \frac{t}{n}$$

الزمن بالثانية  
عدد الاهتزازات الكاملة

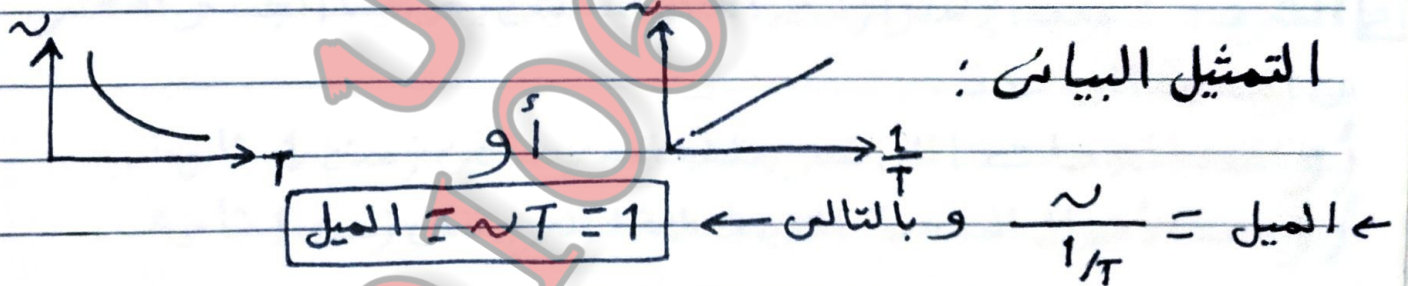
يرمز للزمن الدوري بالرمز  $T$  حيث  
وحدة قياس الزمن الدوري هي الثانية (س)

$$T = 4 \times \text{زمن اهتزازة}$$

**\* العلاقة بين التردد  $\nu$  والزمن الدوري  $T$  :**

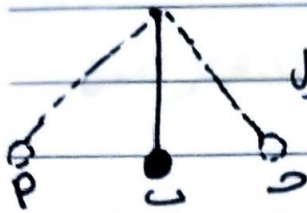
$$\nu = \frac{n}{t} \quad , \quad T = \frac{t}{n}$$

واضح من القوانين ان التردد يساوي مقلوب الزمن الدوري.  
أي أن  $\nu = \frac{1}{T}$  ومنها  $\boxed{\nu T = 1}$





Date:



مسألة ٤: إذا كان الزمن الذي يستغرقه البندول

ليتحرك من النقطة M إلى C هو 15 ، احسب !

[P] الزمن الدوري . [C] التردد .

2] عدد الاهتزازات الكاملة خلال 10 s .

٢ الزمك اللازم لعمل ٥٥ اهتزازة كاملة.

**الحل**

$$T = \frac{t}{n} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2 \text{ s}$$

طوبہ لیہ  $n = \frac{1}{2}$  ؟ ۱۔ لما البندول يتحرك من ب إلى ج  $n = \frac{1}{4}$

اُمامت بے حوائج ہے۔  $n = \frac{1}{2}$ ، اُمامت بے حوائج ہے۔

$\hookrightarrow \frac{1}{4} \text{ p} \leftarrow \frac{1}{4} \hookrightarrow \frac{2}{4} \leftarrow \frac{1}{2} \hookrightarrow \frac{1}{2} \leftarrow \frac{1}{4} \hookrightarrow \frac{1}{4} \text{ n} = \frac{3}{4}$

$$\therefore n = 1$$

$$\omega = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} \text{ Hz}$$

⇒ عندنا حالة جديدة وفيها  $t = 10$  ← اعتزاة  $n = \frac{t}{T} = \frac{10}{2} = 5$

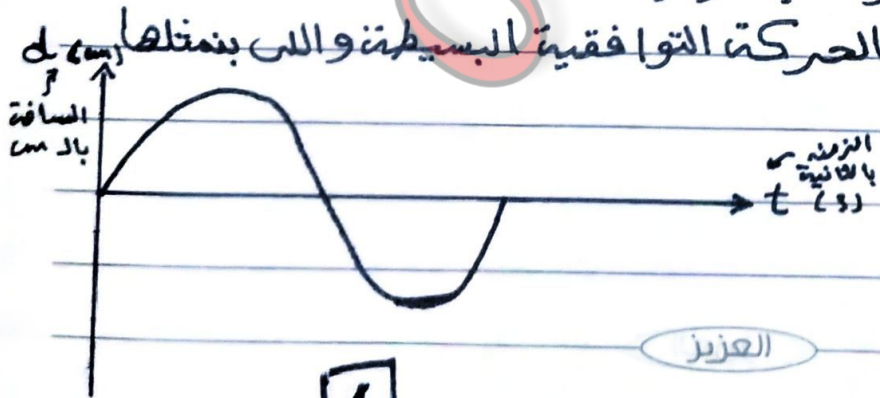
د) حالة جديدة وهيزيد فيها عدد الاهتزازات  $n$  مع زيادة الزمن  $t$

$$\therefore t = nT = 50 \times 2 = 100 \text{ s}$$

**ملحوظة** ← تسمى الحركة الاهتزازية البسيطة (مثل حركة البندول

البسيط والملف (الزئبركي) بالحركة التوافقية البسيطة والتي بنمطها  $d$

بمنحنی جیبی کا التالی :



العزیز





Subject : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## I وجود وسط مادي ينتقل خلاله هذا الاضطراب :-

تحتاج الموجات الميكانيكية مثل (الصوت) لوسط مادي تنتقل منه خلاله. **علل؟** لأن جزيئات الوسط المادي تهتز لنقل طاقة الموجة الميكانيكية، لذلك:

- لا يمكن سماع أصوات الانفجارات الكونية التي تحدث في الفضاء. **علل؟**  
- يستخدم رواد الفضاء أجهزة لاسلكية للتواصل فيما بينهم في الفضاء. **علل؟**  
ملحوظة :- إجابة على سؤال 2 وبه هي الكلام الذي فوقهم.

## أنواع الموجات الميكانيكية

↓  
مستعرضة      طولية

## II الموجات المستعرضة :-

لو جيب حبلى ومسكتك من طرف ونفقت هيهتز لأعلى وأسفل صانعاً موجة مكونة من قمر وقيعان من الشكل الذى قد املك ده :-



العزیز



Subject : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

**القمة :** الموضع الذي يمثل النهاية العظمى لإزاحة جزيئات الوسط في الاتجاه الموجب .

**القاع :** الموضع الذي يمثل النهاية العظمى لإزاحة جزيئات الوسط في الاتجاه السالب .

**الموجة المستعرضة :** موجة يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط عمودى على اتجاه انتشار الموجة وتتكون من قمر وقيعان .  
**الطول الموجب للموجة المستعرضة :** المسافة بين أى قمتين متتاليتين أو قاعيتين متتاليتين .

ملحوظة : لو جيبت حبل وربطته من طرف ومسكت من الطرف الآخر ونفقت هلاقي الطرف الذى بإيدى بيتحرك لأعلى وأسفل على هيئة قمة وقاع صانعا موجة مرتحلة والى بترتعل من عند إيدى إلى الطرف الثابت من الحبل ثم هكذا .

في الشغل الذى يبذل المصدر المهتز سواء كان إيدى أو مولد الزبذبات على الحبل أو الوتر ... ينتقل على هيئة :  
- طاقة وضع - تتمثل في شد الوتر .  
- حركة - اهتزاز //

لو رجعت للصفحة التى فاتت وبصيت للرسمه هتلاقى :

$$\lambda = \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{عدد الموجات}} = \frac{x}{n} \quad \text{الطول الموجب} \quad \text{التردد} \quad \nu = \frac{n}{t}$$

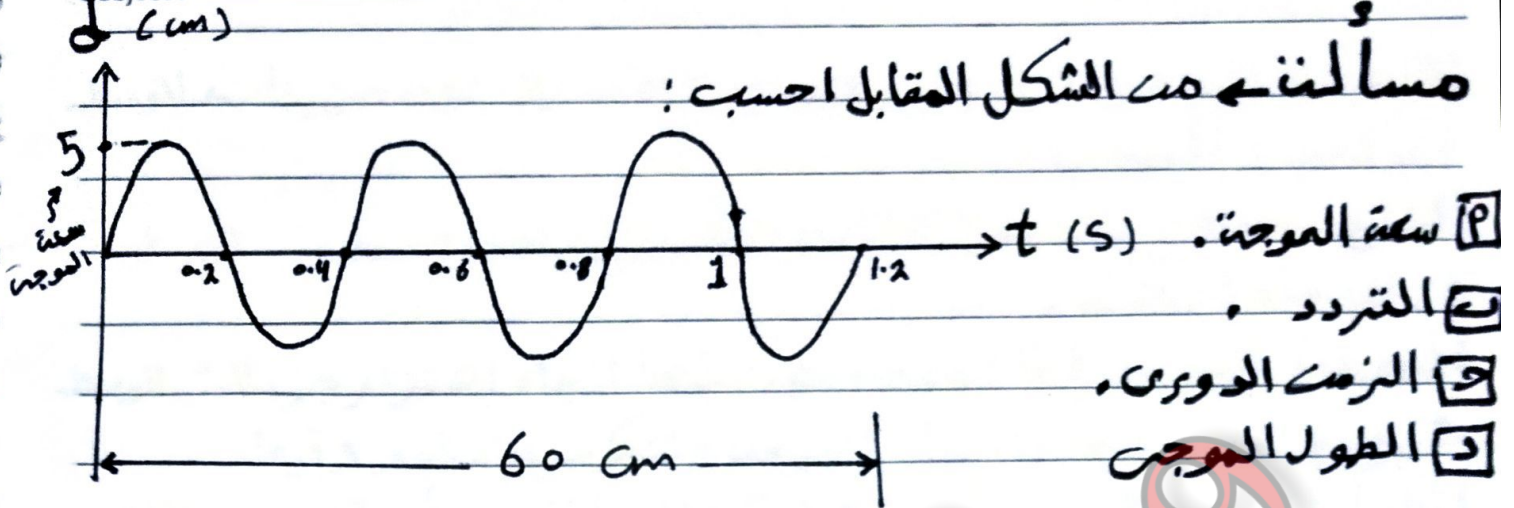
**الطول الموجب :** المسافة التى تقطعها الموجة خلال زمن دورى واحد .  
**أو** المسافة بين أى نقطتين متتاليتين لهما نفس الطور في الحركة الموجية .

العزير



Subject: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_



**الحل**

سعة الموجة

$$A = 5 \text{ cm}$$

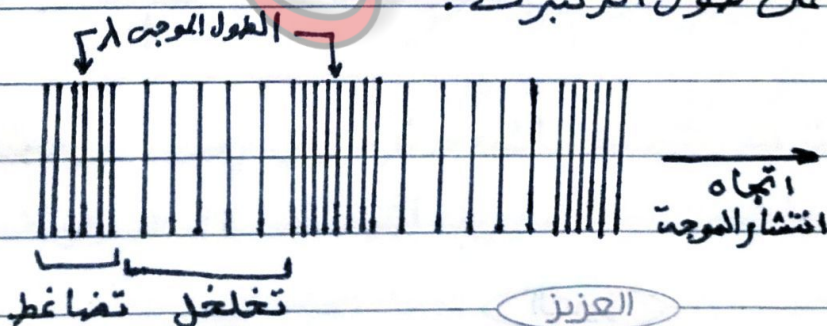
$$n = \frac{1}{t} = \frac{3}{1.2} = 2.5 \text{ Hz}$$

$$T = 0.4 \text{ s}$$

$$\lambda = \frac{x}{n} = \frac{60}{3} = 20 \text{ cm}$$

**الموجات الطولية:**

الموجات سوسنة قلم (زنبرك) وضغطته هيتكون تضاعف ولوشيته هيتكون تخلخل وبالنسبة عند اهتزاز الزنبرك تتكون مجموعة من التضاغطات والتخلخلات والتي تنتقل على طول الزنبرك.



العزير

9





**التضاغط :** منطقة تتقارب فيها جزيئات الوسط المهتزة من بعضها.  
**التخلخل :** تتباعد // // // // عن //

**ملحوظة :** مجموعة التضاغطات والتخلخلات يتمثل موجة تنتشر في نفس اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط (الزبرك) تسمى **الموجة الطولية**.

**الموجة الطولية :** موجة يكون فيها اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط على نفس خط انتشار الموجة وتتكون من تضاغطات وتخلخلات.  
**طول الموجة الطولية :** المسافة بين مركزين أو تضاغطيين متتاليين أو مركزين أو تخلخلين متتاليين.

**علل :** ينتشر الصوت في الغازات مثل الهواء على شكل موجات طولية فقط.

لأنه عندما يهتز مصدر الصوت فإن جزيئات الغاز تكون قابلة للاهتزاز والإزاحة على شكل تضاغطات وتخلخلات.

وجبة المقارنة	الموجة الطولية	الموجة المستعرضة
شكل الموجة		
اتجاه اهتزاز جزيئات الوسط	على نفس خط انتشار الموجة.	عمودى على اتجاه انتشار الموجة.
التكوين	تتكون من تضاغطات وتخلخلات.	من قمم وقيعان.
الطول الموجي	المسافة بين مركزين تضاغطيين أو تخلخلين متتاليين.	المسافة بين قمتين أو قاعين متتاليين.
أمثلة	- موجات الصوت في الغازات. - موجات في باطن الماء.	- الموجات المنتشرة في الأوتار. - الموجات على سطح الماء.

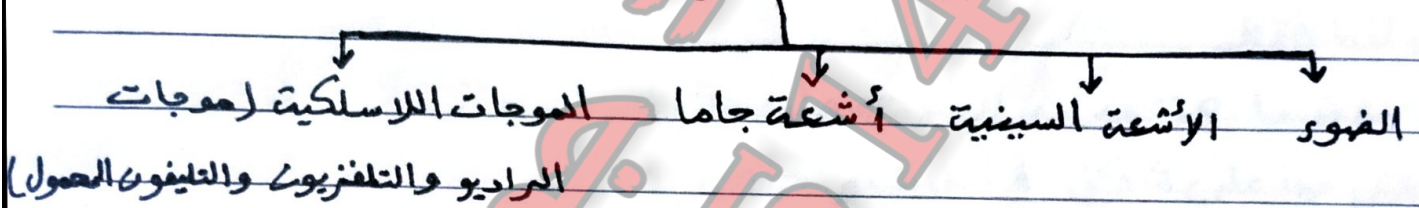


# الموجات الكهرومغناطيسية

- واضح من اسمها انها تتكون من مجالين أحدهما كهربى والاخر مغناطيسى والمجالين متعامدين على بعض ومتعامدين على اتجاه انتشار الموجة.
- تنتشر خلال الأوساط المادية والفراغ.

الموجات الكهرومغناطيسية : موجات تتكون من مجالات كهربية ومجالات مغناطيسية مهتزة بتردد  $\nu$  ومتفقة في الطور ومتعامدة على بعضها وعلى اتجاه الانتشار وتنتشر في الأوساط المادية والفراغ.

## من أمثلة الموجات الكهرومغناطيسية

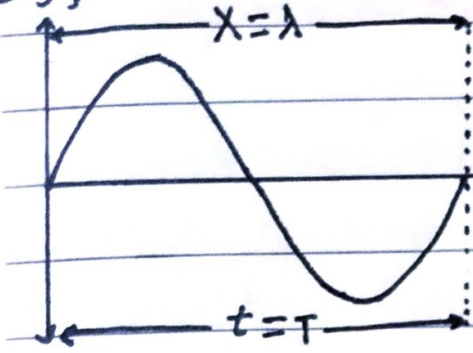


بأنواع الموجات الكهرومغناطيسية موجات مستعرضة فقط.

وجه المقارنة	الموجات الميكانيكية	الموجات الكهرومغناطيسية
سبب حدوثها	تنشأ عن اهتزاز جزيئات الوسط.	تنشأ عن اهتزاز مجالين متعامدين.
الانتشار	تحتاج إلى وسط مادي.	تنتشر في الأوساط المادية والفراغ.
أنواعها	موجات مستعرضة وطولية.	موجات مستعرضة فقط.
أمثلة	<ul style="list-style-type: none"> <li>- موجات الماء.</li> <li>- الصوت.</li> <li>- الموجات المنتشرة في الأوتار.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- موجات الراديو.</li> <li>- الضوء.</li> <li>- الأشعة السينية.</li> </ul>



الإزاحة

استنتاج سرعة انتشار الموجات :

$$V = \frac{\lambda}{t} \quad \therefore$$

عندما يكون  $\lambda = \lambda$  و  $t = T$ 

$$\therefore V = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \frac{1}{T}$$

$$\therefore \nu = \frac{1}{T}$$

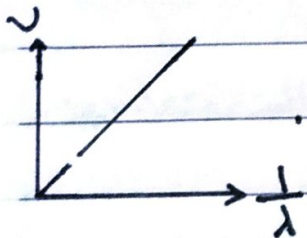
$$\therefore \boxed{V = \lambda \nu}$$

سرعة انتشار الموجة ( $V$ ) : المسافة التي تقطعها الموجة في الثانية الواحدة في اتجاه انتشارها.

**ملحوظة** ← تطبق العلاقة  $V = \lambda \nu$  على جميع أنواع الموجات الطولية والمستعرضة.

عندما تنتشر موجتان صوتيتان مثلاً في نفس الوسط تكون سرعة الموجتين واحدة لأن سرعة الموجة تعتمد على نوع الوسط.

$$V_1 = V_2 \rightarrow \lambda_1 \nu_1 = \lambda_2 \nu_2 \rightarrow \boxed{\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}}$$



مع الواضع بأن  $\lambda \propto \frac{1}{\nu}$  عند ثبوت سرعة انتشار الموجة.

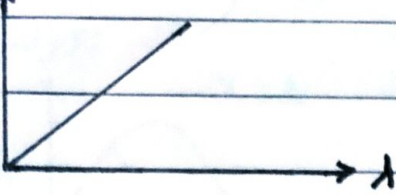
$$\text{الميل} = \lambda \nu = V$$

عندما تنتشر موجة صوتية أو ضوء في وسط إلى آخر يكون تردد الموجة واحد في الوسطين لأن تردد الموجة يعتمد على المصدر.

$$V_1 = V_2 \rightarrow \frac{V_1}{\lambda_1} = \frac{V_2}{\lambda_2} \rightarrow \boxed{\frac{V_1}{V_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}}$$

العزیز





مع الواضح بأن  $\lambda \propto \nu$  عند ثبوت التردد.

$$\boxed{\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{v}{f}}$$

## القوانين

$$\lambda = \frac{x}{n}$$

$$\nu = \frac{n}{t}$$

$$v = \lambda \nu = \frac{\lambda}{T}$$

زمن سعة الإعتزاز  $T = \frac{1}{\nu}$

\* إذا كان لدينا موجتان متساويتان في :-

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

1] التردد (وسطين مختلفين) ←

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}$$

2] السرعة (نفس الوسط) ←

\* سعة الموجة المستعرضة تساوي المسافة الرأسية من الصفر إلى القمة.

\* الطول الموجي  $\lambda$  في حالة المسافة بين القمة الأولى والقمة  $N$  :

$$\boxed{\lambda = \frac{x}{N-1}}$$





١ وتر مهتز تستغرق أقصى إزاحة يصنعها ٥.٠١ s فكم يكون تردده؟

**الحل**

الرجل إذاً زمن أقصى إزاحة يعني زمن سعة الإهتزازة وبالتالي:

$$T = 4 \times \text{زمن سعة الإهتزازة}$$

$$\therefore T = 4 \times 0.01 = 0.04 \text{ s}$$

والتردد مقلوب الزمن الدوري

$$\therefore \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.04} = 25 \text{ Hz}$$

٢ الزمن الذي يمضي بين مرور القمة الأولى والقمة الخامسة بنقطة

ثابتة هو ٠.٨ ثانية، احسب عدد الموجات التي تمر بهذه النقطة خلال  $\frac{1}{4}$  ساعة.

**الحل**

بين القمة الأولى والخامسة موجة  $n_1 = 5 - 1 = 4$  والكلام

دالما كان الزمن ٠.٨ ثانية وساعتها الزمن  $T$  المطلوب هو:

$$T = \frac{t_1 \leftarrow \text{الزمن الكلي}}{n_1 \leftarrow \text{عدد الموجات}} = \frac{0.8}{4} = 0.2 \text{ s}$$

الآن تغير عدد الموجات وتغير الزمن  $t$  ليصبح  $t_2$  والمطلوب هو:

$$n_2 = \frac{t_2}{T} = \frac{\frac{1}{4} \times 60 \times 60}{0.2} = 4500 \text{ موجة}$$

٣ مصدر مهتز تردده ١٠٠ Hz ينشأ موجة في الوسط المحيط، احسب

الزمن الذي يمضي منذ مرور القمة الأولى وحتى القمة العشرون

**الحل**

بنقطة في مسار حركة الموجة.

$$\nu = \frac{n}{t}$$

$$\leftarrow \nu = 100 \text{ Hz} \quad n = 20 - 1 = 19$$

$$\therefore 100 = \frac{19}{t} \Rightarrow t = 0.19 \text{ s} \quad \text{العزير}$$

**4**



4] أذن الإنسان يمكنها سماع الترددات المحصورة بين  $20\text{ Hz}$  و  $20000\text{ Hz}$   
 أحسب ... أقل وأعلى طول موجي للنفقات التي يمكن أن يسمعها  
 الإنسان. (علماً بأن سرعة الصوت في الهواء  $340\text{ m/s}$ )

### الحل

بما إن العلاقة عكسية بين التردد والطول الموجي فإننا نعمل على  
 أقل طول موجي عند أعلى تردد والعكس.

$$\lambda_{\text{(أقل)}} = \frac{v}{\nu_{\text{(أعلى)}}} = \frac{340}{20000} = 0.017\text{ m}$$

$$\lambda_{\text{(أعلى)}} = \frac{v}{\nu_{\text{(أقل)}}} = \frac{340}{20} = 17\text{ m}$$

5] إذا كان طول الموجة الصوتية التي يصدرها قطار  $0.6\text{ m}$  وتردد النفقة  
 المصدرة  $550\text{ Hz}$ ، احسب سرعة انتشار الموجات الصوتية في الهواء.

### الحل

$$\lambda = 0.6\text{ m} \text{ و } \nu = 550\text{ Hz}$$

$$v = \lambda \nu = 0.6 \times 550 = 330\text{ m/s}$$

6] إذا كان عدد موجات الماء التي تمر بنقطة معينة في زمن قدره  
 1 ثانية هو 12 موجة وكان طول الموجة الواحدة  $0.1\text{ m}$ ، احسب سرعة  
 انتشار الموجات.

### الحل

$$\nu = \frac{12}{1} = 12\text{ Hz} \text{ و } \lambda = 0.1\text{ m}$$

$$v = \lambda \nu = 0.1 \times 12 = 1.2\text{ m/s}$$



7 ألقى حجر في بعية فتكونت 50 موجة بعد 5 ثوان من اصطدام الحجر بالماء وكان نصف قطر الدائرة الخارجية 2 m، **أوجد** :

أ طول الموجة الحادثة .

ب التردد .

ج سرعة انتشار الموجة .

د الزمن الدوري .

**الحل**

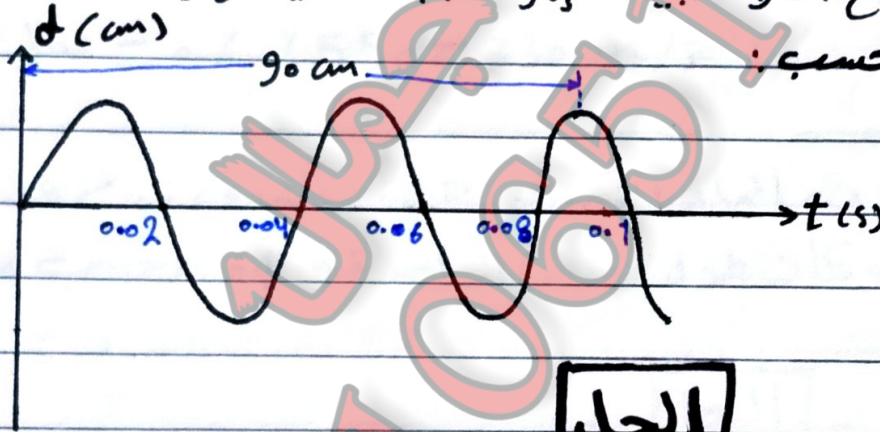
$$\lambda = \frac{x}{n} = \frac{2}{50} = 0.04 \text{ m}$$

$$\nu = \frac{n}{t} = \frac{50}{5} = 10 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda \nu = 0.04 \times 10 = 0.4 \text{ m/s}$$

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{10} = 0.1 \text{ s}$$

8 الشكل المقابل يوضح العلاقة بين الإزاحة بالسنتيمتر والزمن بالثواني



لموجة مستعرضة، احسب :

أ طول الموجة .

ب سرعة انتشار الموجة .

**الحل**

أ الراجل مدين المسافة بتاعة 2.25 موجة هي 9.0 m، وطبعاً عارفين

ب أن الطول الموجي يساوي المسافة الكلية مقسومة على عدد الموجات

$$\therefore \lambda = \frac{9.0 \text{ m}}{2.25} = 4 \text{ m}$$

ج أننا عارفين أن الزمن الدوري هو زمن الدورة الواحدة وبالتالي  $T = 0.04 \text{ s}$

$$\therefore \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.04} = 25 \text{ Hz}$$

$$\therefore v = \lambda \nu = 4 \times 25 = 100 \text{ m/s}$$

6



9] تنتشر موجات الضوء في الفضاء بسرعة تساوي 300 ألف كيلومتر في الثانية أي  $(3 \times 10^8 \text{ m/s})$  فإذا كان طول موجة الضوء  $5000 \text{ Å}$ ، فما تردد هذا الضوء؟  
 $(1 \text{ angstrom (Å)} = 10^{-10} \text{ m})$

**الحل**

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \quad \lambda = 5000 \times 10^{-10} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^{-7}} = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

10] نغمتان ترددهما 340 Hz و 212 Hz فإذا كان الطول الموجي لإحداهما يزيد عن الطول الموجي للأخر بمقدار 60، احسب سرعة الصوت في الهواء.

**الحل**

$$\nu_1 = 340 \text{ Hz} \quad \nu_2 = 212 \text{ Hz} \quad \lambda_2 = \lambda_1 + 0.6$$

الموجتين متساويتين في السرعة بالإضافة إلى أنهما في نفس الوسط.

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_1 + 0.6} = \frac{212}{340}$$

$$\therefore 212 \lambda_1 + 0.6 \times 212 = 340 \lambda_1$$

$$\therefore \lambda_1 = 0.99 \text{ m}$$

$$\rightarrow v = \lambda_1 \nu_1 = 0.99 \times 340 = 336.6 \text{ m/s} \quad \#$$

الفيزياء ببساطة

اعداد : م / أحمد جمال  
 01065 14 24 09

دعنا نستمتع بالفيزياء





## الفصل الثاني

### الضوء

\* العلماء كانوا مفكرين أن كل الموجات بما فيها الضوء تحتاج إلى وسط مادي لتنتقل من خلاله... وقالوا بما أن الضوء ينتشر في الفضاء يبقى الفضاء مملوء بوسط ينقل الضوء ويُطلق عليه "الأثير".

\* عندما اكتسبيل تنبأ أن الضوء موجات كهرومغناطيسية مستعرضة وقال أن انتشار كل من الموجات الكهربائية والمغناطيسية لا تحتاج إلى وسط مادي وبالتالي الموجات الكهرومغناطيسية لا تحتاج لوسط مادي لتنتشر من خلاله ولذلك تخلى العلماء عن فكرة الأثير هامياً.

\* الفيزياء الحديثة أثبتت مبدأ الطبيعة المزدوجة للموجات والتي تنص على أن للموجات الكهرومغناطيسية طبيعة:

- 1] موجية : فهي موجات مستعرضة.
- 2] جسيمية : تتكون من جسيمات يطلق عليها فوتونات.

\* خصائص الموجات الكهرومغناطيسية :

- 1] تنتشر في الأوساط المادية والفراغ.
- 2] تنتشر في الفراغ بسرعة ثابتة قدرها  $3 \times 10^8$  m/s.
- 3] تتكون من مجالات كهربائية ومغناطيسية.
- 4] ممتدة بتردد معين. [ب] متفقة في الطور. [ج] متعامدة على بعضها وعلى اتجاه انتشار الموجة.

4] جميعها موجات مستعرضة.

5] لها مدى واسع من الموجات والتي تختلف في التردد والطول الموجي ويسمى هذا المدى بالطيف الكهرومغناطيسي ويشمل :



موجات الراديو	الموجات الأشعة تحت الحمراء	الضوء المرئي	الأشعة فوق البنفسجية	الأشعة السينية	أشعة جاما
---------------	----------------------------	--------------	----------------------	----------------	-----------

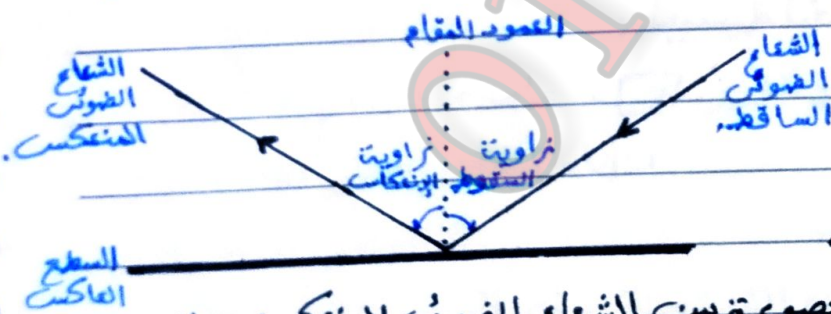
من الواضح ان الضوء المرئي جزء محدود من الطيف الكهرومغناطيسي.  
 \* يمكن أكتشاف عبارة واحدة على شاة أقدر أحفظها بسهولة:  
 « موجات الراديو موجات دقيقة حمراء ترى بنفسجية جاما »  
 الأشعة تحت الحمراء المرئية الأشعة فوق البنفسجية الأشعة السينية أشعة جاما

## خصائص موجات الضوء

الانعكاس الانكسار التداخل الحيود

## أولاً: انعكاس الضوء

\* الضوء يتحرك في خطوط مستقيمة ولما يسقط على سطح عاكس ترى المرآة مثلاً بيرتد لنفس الوسط وهذا ما يسمى بالانعكاس الضوء وطبعاً الضوء يسقط بزاوية وينعكس بزاوية.  
 - انعكاس الضوء: ارتداد الأشعة الضوئية من نفس الوسط عندما تقابل سطحاً عاكساً.



- زاوية السقوط: الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي الساقط والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

- زاوية الانعكاس: الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنعكس والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح العاكس.

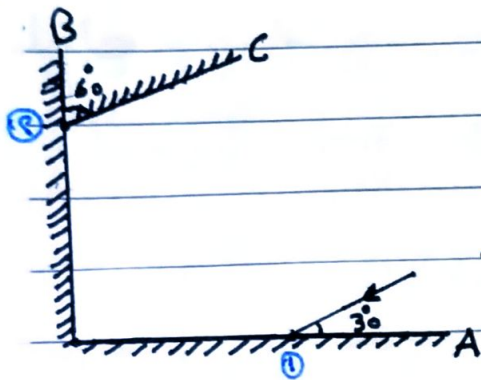


## \* انعكاس الضوء قانونين :

① زاوية السقوط = زاوية الانعكاس.

٤ الشعاع الضوئي الساقط والمنعكس ، والعمود المقام من نقطة السقوط تقع جميعاً في مستوى واحد عمودي على السطح العاكس .

مسألة ٤ - تتبع مسار الشعاع الضوئي الساقط ،  
وإذا أصبحت الزاوية بين B ، C تساوي ٩٠° ،  
احسب زاوية انعكاس الشعاع الضوئي عن المرآة C .

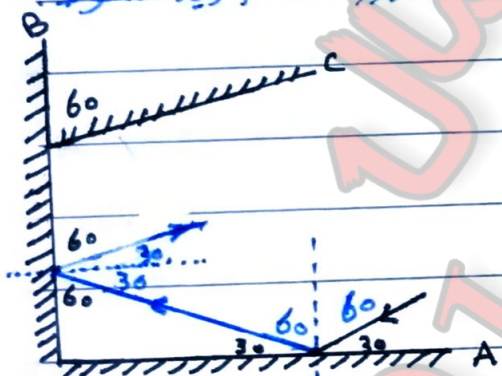


**الحل**

مبدأياً كده الخط اللي بالشكل ده يمثل السطح العاكس.

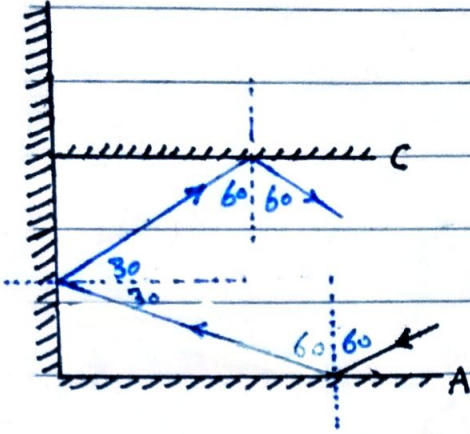
→ نرسم خط مستقيم عمودي على السطح العاكس عند النقطة (1) وبعد ذلك نطبق القاعدة

وإن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس  
 في الحالة الأولى الزاوية بين السطحين  
 B تساوي  $\theta$  والمطلوب تتبع مسار  
 الشعاع الساقط.



← الشعاع المنعكس من المرآة الأولى يسقط على  
 المرآة الثانية وهنجب زاوية السقوط من خلال  
 معرفة الزاوية المتممة ليها وهي (60°) والتي هنجيبها من المثلث ، وبعد كذا  
 نطبق القانون مرة ثانية والذي يقول ان زاوية السقوط = زاوية الانعكاس  
 وهيطلع ان الزاوية المتممة لزاوية الانعكاس تساوي 60° والتي تساوي  
 الزاوية بين المرآة B ، C و بالتالي الشعاع المنعكس من المرآة B يطلع  
 موازي للمرآة C .





## في الحالة الثانية ←

زاوية الانعكاس =  $60^\circ$

← المقصود بزاوية الانعكاس هنا هي آخر زاوية انعكس بها الشعاع الضوئي.

## قوية ملاحظ من عمل قمرط

1 الشعاع الساقط على السطح الناكس ينعكس على نفسه. **علل؟**  
لأن زاوية السقوط = زاوية الانعكاس = صفر

2 تقدر تشوف صورتك المنعكسة على زجاج نافذة حجرة مضيئة بالليل لما يكون خارج الغرفة ظلام شديد، لكن مع الصبح إن الكلام دا يحصل بالنهار لما يكون خارج الغرفة مضيئ. **علل؟**

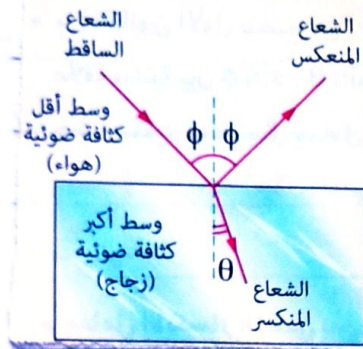
3 لما يكون خارج الغرفة ظلام شديد ← تكون شدة الضوء النافذ من خارج إلى داخل الغرفة منعدمة، لذلك يرى الشخص صورته بفعل الجزء القليل المنعكس من الضوء داخل الغرفة على الزجاج.

4 لما يكون خارج الغرفة مضيئ ← تكون شدة الضوء النافذ من الخارج إلى الداخل أكبر من شدة الضوء المنعكس من داخل الغرفة لذلك تصعب رؤية الشخص لصورته بالانعكاس.



## ثانياً : انكسار الضوء

لما الشعاع الضوئي يسقط على سطح فاصل بين وسطين شفافين ومختلفين في الكثافة الضوئية فإن :  
 - جزء من الشعاع الضوئي ينعكس إلى الوسط الأول .  
 - جزء ضئيل يمتص بواسطة الوسط الثاني .  
 - الجزء المتبقى ينتقل إلى الوسط الثاني منحرفاً عن مساره ، والعلية تدعى اسمها " انكسار الضوء " .



الكثافة الضوئية لوسط : قدرة الوسط على كسر الأشعة الضوئية العارة خلاله .

شروط حدوث الانكسار :

- 1- أن يكون الوسطين مختلفين في الكثافة الضوئية مما يؤدي إلى اختلاف سرعة الضوء في الوسطين .
- 2- أن يسقط الشعاع عمودياً على السطح الفاصل والذي يجعل زاوية السقوط تساوي صفر .

انكسار الضوء : انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية .

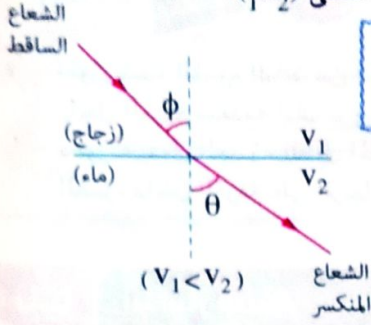
زاوية الانكسار : الزاوية المحصورة بين الشعاع الضوئي المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل بين الوسطين .



## \* عمنا الضوء له قانونيت هما :

### ١- قانون الانكسار

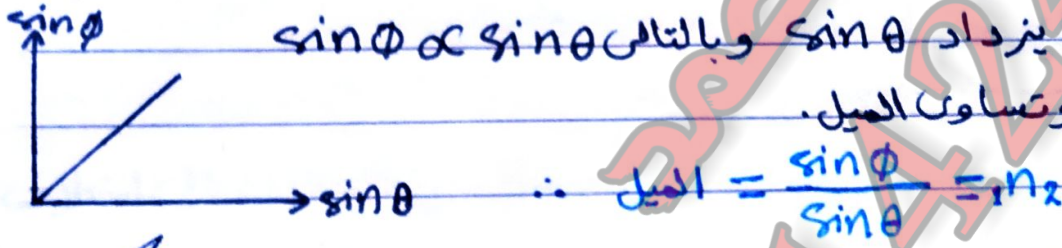
\* القانون الأول : النسبة بين جيب زاوية السقوط في الوسط الأول ( $\sin \phi$ ) إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط الثاني ( $\sin \theta$ ) تساوي النسبة بين سرعة الضوء في الوسط الأول ( $v_1$ ) إلى سرعته في الوسط الثاني ( $v_2$ ) وهى نسبة ثابتة لهذين الوسطين ويطلق عليها معامل الانكسار النسبى من الوسط الأول إلى الوسط الثاني ( $n_2$ ).



$$n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{v_1}{v_2}$$

\* القانون الثانى : الشعاع الضوئى الساقط والشعاع الضوئى المنكسر والعمود المقام من نقطة السقوط على السطح الفاصل تقع فى مستوى واحد عمودى على السطح الفاصل.

\* بما ان النسبة بين  $\sin \theta$  و  $\sin \phi$  فى القانون الأول ثابتة وهى  $n_2$  إذاً بزيادة  $\sin \theta$  يزداد  $\sin \phi$  وبالتالى  $\sin \phi \propto \sin \theta$  والنسبة بينهما  $n_2$  وتساوى الميل.



حيث  $n_2$  هو معامل الانكسار النسبى.

\* معامل الانكسار النسبى بين وسطين ( $n_2$ ) : النسبة بين جيب زاوية السقوط فى الوسط الأول إلى جيب زاوية الانكسار فى الوسط الثانى أو النسبة بين سرعة الضوء فى الزجاج إلى سرعته فى الماء.

العوامل التى يتوقف عليها معامل الانكسار النسبى بين وسطين :

- ١] الطول الموجى للضوء الساقط .
- ٢] سرعة الضوء فى وسط السقوط .
- ٣] الانكسار .

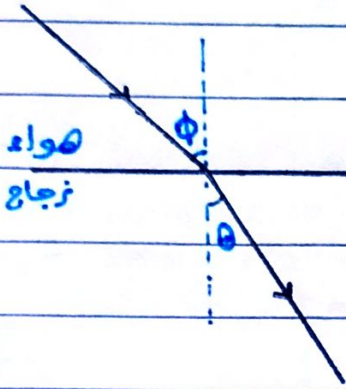
العزير

6

٩ / ١٤٢٤ هـ  
٠١٠٦٥١٤٢٤٠٩  
أحمد جمال



## معامل الانكسار المطلق لوسط



يلاوسقط ضوء في الفراغ بسرعة ثابتة  $c$  وبزاوية سقوط  $\phi$  حيث يسقط على وسط مادي بسرعة  $v$  في الوسط وينكسر بزاوية انكسار  $\theta$  هتلاقى :

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{c}{v}$$

والنسبة التي قد امكن ان نرى من نسبة ثابتة وتساوى  $n$  والذي يطلق عليه **معامل الانكسار المطلق للوسط**.

ح

- **معامل الانكسار المطلق لوسط  $(n)$**  : النسبة بين جيب زاوية السقوط في الفراغ إلى جيب زاوية الانكسار في الوسط .  
أو النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ إلى سرعته في الوسط .

علل :

❑ **معامل الانكسار المطلق لأي وسط دائماً أكبر من الواحد الصحيح** ؛  
لأن سرعة الضوء في الفراغ أكبر من سرعته في أي وسط آخر .

2 | **الأسئلة**

❑ **معامل الانكسار ليس وحدة قياس ؟**

- لأنه نسبة بين كميتين متماثلتين .

× معامل الانكسار المطلق لوسط يتناسب عكسياً مع سرعة الضوء في هذا الوسط .  $(n \propto \frac{1}{v})$

العزیز

7



\* العوامل التي يتوقف عليها معامل الانكسار المطلق لوسط:  
 [1] الطول الموجي للضوء الساقط.

[2] سرعة الضوء في هذا الوسط أو نوع مادة الوسط.

**علل** - يمكن استخدام ظاهرة انكسار الضوء في تحليل حزمة من الضوء الأبيض إلى مركباتها ذات الأطوال الموجية المختلفة ؟  
 - لاختلاف معامل الانكسار المطلق تبعاً للطول الموجي للضوء الساقط مما يؤدي إلى تشتت الضوء الأبيض إلى سبعة ألوان تختلف في أطوالها الموجية.

\* استنتاج العلاقة بين معامل الانكسار النسبي لوسطين ومعامل الانكسار المطلق

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow n \propto \frac{1}{v} \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore n_2 = \frac{v_1}{v_2} \rightarrow n_2 = \frac{n_1}{n_1}$$

\* استنتاج قانون سنل

$$\therefore n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} \rightarrow n_2 = \frac{n_1}{n_1}$$

$$\therefore \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$$

**قانون سنل** : حاصل ضرب معامل الانكسار المطلق لوسط السقوط في جيب زاوية السقوط يساوي حاصل ضرب معامل الانكسار المطلق لوسط الانكسار في جيب زاوية الانكسار .



**علل . الشعاع الضوئي الساقط عمودياً على السطح الفاصل بين وسطين شفافين لا يعاني انكساراً ؟**

لأنه تبعاً لقانون سنل  $(n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta)$  ، عندما يسقط الشعاع عمودياً تكون زاوية السقوط  $(\phi = 0)$  فيصبح  $(\sin \phi = 0)$  وبالتالي يكون  $(n_2 \sin \theta = 0)$  ومنها تكون زاوية الانكسار  $(\theta = 0^\circ)$  .

## مسائل

حل

1] شعاع ضوئي تردده  $4 \times 10^{14} \text{ Hz}$  يسقط من الهواء على السطح المستوي لقطعة من الزجاج معامل انكسار مادته 1.5 ، احسب الطول الموجي للشعاع الضوئي خلال الزجاج (علماً بأن سرعة الضوء في الهواء  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

### الحل

طالما الشعاع ساقط من الهواء يبقى معامل الانكسار الذي يتكلم عليه هو معامل الانكسار المطلق والذي فيه ←

$$n = \frac{c}{v}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{3 \times 10^8}{v} \rightarrow v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$v = \lambda \cdot \nu \rightarrow 2 \times 10^8 = \lambda \times 4 \times 10^{14}$$

$$\therefore \lambda = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

2] إذا سقط شعاع ضوئي على سطح لوح زجاجي معامل انكساره 1.5 بزاوية سقوط  $30^\circ$  ، احسب زاوية الانكسار .

### الحل

طالما اتكلم على وسط واحد ، يبقى الوسط الأول هو الهواء وبالتالي :

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} \rightarrow 1.5 = \frac{\sin 30}{\sin \theta} \rightarrow \theta = 19.47^\circ$$

العزیز



3] إذا كان معامل الانكسار للماء 1.3 ومعامل الانكسار للماس 2.4  
احسب: [P] معامل الانكسار النسبي من الماس إلى الماء.  
[B] الماء // الماس // الماس.

### الحل

في طالما قال معامل الانكسار من غير ما يقول نسبي ولا مطلق يبقى المقصود  
بيد المطلق، أما النسبي هو يقولنا إنه نسبي.

المطلق  $n$  النسبي  $n_2$

\* في  $n_2$  المقصود بـ 1 هو الوسط المنتقل منه، أي الوسط الأول  
والمقصود بـ 2 هو الوسط الثاني.

\* عرفنا  $n_2 = \frac{n_2}{n_1}$  أي  $n_{\text{النسبي}} = \frac{n_{\text{المطلق}}}{n_{\text{الوسط الأول}}}$

نرجع لمسألتنا ←

[P]  $n_{\text{الماس}} = \frac{n_{\text{الماس}}}{n_{\text{الماء}}} = \frac{1.3}{2.4} = 0.54$

[B]  $n_{\text{الماء}} = \frac{n_{\text{الماس}}}{n_{\text{الماس}}} = \frac{2.4}{1.3} = 1.85$

4] شعاع ضوئي يسقط على السطح الفاصل بين وسطين فإذا كانت الزاوية  
بين الشعاع الساقط والسطح الفاصل  $40^\circ$  وزاوية الانكسار في الوسط الثاني  $30^\circ$   
احسب معامل الانكسار النسبي من الوسط الأول إلى الوسط الثاني.

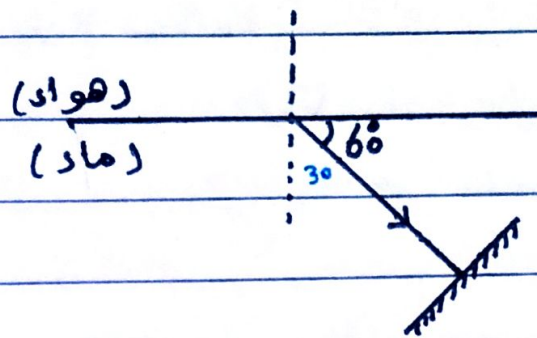
### الحل

الراجل يقول زاوية سقوط وزاوية انكسار ومعامل الانكسار النسبي،  
مش محتاجة يعني ...

$$1n_2 = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\sin 50}{\sin 30} = 1.53$$



**في الشكل المقابل : شعاع ضوئي يسقط على السطح الفاصل بين الهواء والماء ثم ينعكس بواسطة مرآة تحت سطح الماء أوجد :**



**أ** زاوية السقوط عندما يدخل الماء.

**ب** زاوية الانكسار عندما يغادر الماء (علماً بأن:  $n_{\text{ماء}} = 1.33$ )

**الحل**

**أ** واضح من الشكل أن زاوية الانكسار  $= 30^\circ$

$$n_{\text{ماء}} = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$$

$$\therefore 1.33 = \frac{\sin \phi}{\sin 30} \quad \therefore \sin \phi = 0.665 \quad \therefore \phi = 41.68^\circ$$

**ب** يسقط الشعاع عمودياً على سطح المرآة فينعكس على نفسه ويسقط على السطح الفاصل بزاوية  $30^\circ$  أي أن  $(\phi = 30^\circ)$

$$n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta \quad \leftarrow \text{من قانون الحجب سنل}$$

$$\therefore n_{\text{ماء}} \sin 30 = n_{\text{هوا}} \sin \theta$$

$$\therefore 1.33 \sin 30 = \sin \theta$$

$$\therefore \theta = 41.68^\circ$$

$\leftarrow$  كما تلاحظ عزيزي المشاهد  $\rightarrow$  معامل الانكسار المطلق للهواء  $= 1$

م / أحمد جمال  
٥١٥٦٥ ١٤٢٤٥

العزیز



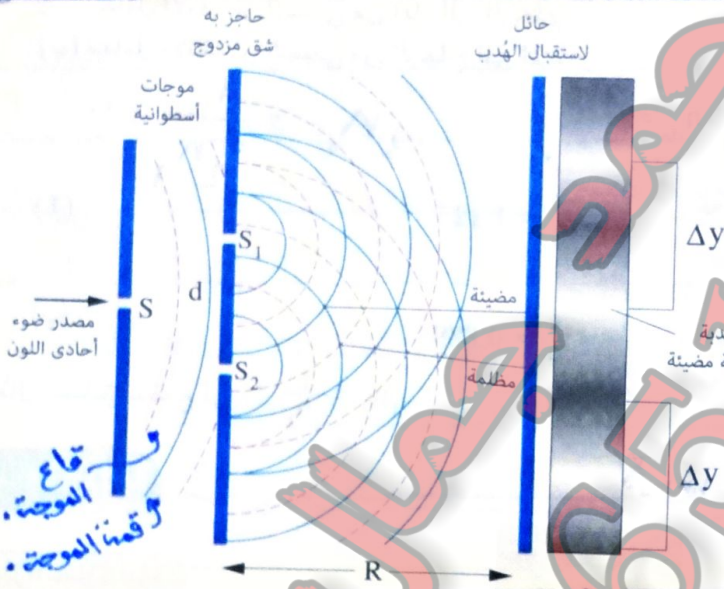
ثالثاً : قداخل الضوء\* تجربة الشق المزدوج لتوماس يونج

- الفرض منها : ١] توضيح ظاهرة التداخل في الضوء .  
٢] تعيين الطول الموجي لـ ضوء أحادي اللون .

حلي

\* الجهاز المستخدم :

- مصدر ضوء أحادي اللون ، عالي  
حتى يكون للطول الموجي قيمة  
واحدة ثابتة .
- حاجز به فتحة ضيقة مستطيلة  $S$   
على بُعد مناسب من المصدر الضوئي .
- حاجز به فتحتان ضيقتان مستطيلتان  
 $S_1$  ،  $S_2$  تعملان كشق مزدوج .
- حائل لاستقبال الموجات .

\* الخطوات :

- ١] عند تشغيل مصدر الضوء ، هلاقي بأن الضوء يمر من الفتحة  $S$  على شكل موجات اسطوانية .
- ٢] لهتروج الموجات من على الفتحتين  $S_1$  ،  $S_2$  وطبقاً للفتحتين دول على نفس صدر الموجة فتعملان كمصدرين مترابطين ، يعنى يصدران موجات لها نفس التردد والسعة والطور .



٣٣ هتطلع الموجات من الفتحتين وتتراكب على الحائل مكونة هذب قداخل.

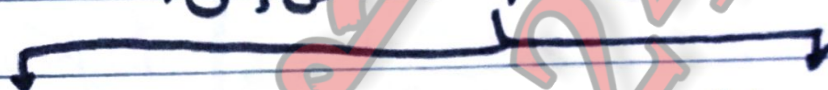
\* **صدر الموجة** ! سطح عمودي على اتجاه انتشار الموجة تكون جميع نقاطها نفس الطور.

\* **المصادر الضوئية المترابطة** ! المصادر التي تصدر موجات متساوية في التردد والسعة ولها نفس الطور.

\* **هذب التداخل** ! مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين.

كل

تنقسم هذب التداخل الى :



**هذب مظلمة**

**هذب مضيئة**

- مناطق مضيئة نتيجة تقابل قمة موجة

طالعة مع الفتحة  $S_1$  مع قمة موجة طالعة

مع الفتحة  $S_2$  أو تقابل قاع مع قاع

مع قمة مع  $S_2$ .

- يكون فرق المسار بين الموجتين

المتداخلتين صفر أو  $\lambda$  أو  $2\lambda$  ...  $m\lambda$  المتداخلتين  $\frac{1}{2}\lambda$  أو  $\frac{3}{2}\lambda$  ...  $(m+\frac{1}{2})\lambda$  ويسمى هذا التداخل قداخل بناء.

حيث  $m$  هو عدد صحيح يمثل رتبة التداخل

\* لو عندنا هذبتيين متتاليتين من نوع واحد سواء كانوا مضيئين أو مظلمتين

أقدر أعيّن المسافة بينهم ( $\Delta y$ ) من العلاقة

$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$   $\lambda$  الطول الموجي للضوء المستخدم  $R$  المسافة بين الحائل والشقين.

$d$  المسافة بين الشقين. العزيز



\* ما هو شرط حدوث التداخل في الضوء ؟

- أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادي الطول الموجي .
- أن يكون المصدران الضوئيين مترابطين

\* **تداخل الضوء** : ظاهرة تراكب موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين، وينتج عنها تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع وانعدامها في مواضع أخرى .

\* **التداخل البناء** : تداخل ينتج عنه تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع نتيجة تقابل قمة إحدى الموجتين مع قمة الموجة الأخرى أو القاع مع القاع .

\* **التداخل الهدام** : تداخل ينتج عنه انعدام لشدة الضوء في بعض المواضع نتيجة تقابل قمة إحدى الموجتين مع قاع الموجة الأخرى أو العكس .

**علل . الموجتان المتساويتان في المسار ينتج عنهما ما يعرف بالهدبة المركزية وهي دائماً هدبة مضيئة ؟**

- لأن فرق المسار عندها = صفر فيكون التداخل بناء .

\* **العوامل التي تتوقف عليها المسافة بين هرتين متتاليتين من نفس النوع**

- واضح من العلاقة  $\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$  ، إنها بتوقف على  $\lambda$  وهو الطول الموجي للضوء المستخدم ، علاقة طردية ، و  $R$  وهو المسافة بين الحائل والشقين ، علاقة طردية ، و  $d$  وهي المسافة بين الشقين ، علاقة عكسية ، حيث يزداد التداخل وضوحاً كلما قلت المسافة بين الشقين .



Subject: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## مسائل

- 1] سقط ضوء أحادي اللون طول موجته  $66 \times 10^{-8} \text{ m}$  على شق مزدوج وكانت المسافة بين مركزي الفتحتين المستطيلتين  $11 \times 10^{-4} \text{ m}$  والمسافة الفاصلة بين الحائل والشق المزدوج  $1 \text{ m}$ ، احسب المسافة بين مركزي هديتين من نفس النوع.

✓

## الحل

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d} = \frac{66 \times 10^{-8} \times 1}{11 \times 10^{-4}} = 6 \times 10^{-4} \text{ m}$$

- 2] إذا كانت المسافة بين المصدرين المترابطين  $1.6 \text{ mm}$  وتكونت هدي على حائل يبعد  $60 \text{ cm}$  عن الشق المزدوج، وكانت الهدبة الثالثة المضيئة على بعد  $0.6 \text{ mm}$  من الهدبة المركزية، أوجد الطول الموجي للضوء المستخدم.

## الحل

المسافة من الهدبة الأولى إلى الثالثة تساوي  $0.6 \text{ mm}$  ولكي  $\Delta y$  المستخدمة في القاموس تعبر عن المسافة بين هديتين متتاليتين يعني مثلاً من الهدبة الأولى إلى الثانية وهي تساوي نصف المسافة من الأولى للثالثة.

$$\therefore \Delta y = \frac{1}{2} \times 0.6 = 0.2 \text{ mm}$$

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$$

$$\therefore 0.2 \times 10^{-3} = \frac{\lambda \times 60 \times 10^{-2}}{1.6 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \lambda = 5.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

ملحوظة ← كل الوحدات التي عندي لازم أحوالها للوحدات الدولية مثل:  
الطول بالمتر والزمم بالثانية

العزیز



3] احسب تردد الضوء المستخدم في تجربة الشق المزدوج إذا كانت المسافة بين الفتحتين  $d = 0.00015 \text{ m}$  والمسافة بين الحائل المعد لاستقبال الهدب والشق المزدوج  $R = 0.75 \text{ m}$  وكانت المسافة بين هديتين متتاليتين  $\Delta y = 0.002 \text{ m}$  علماً بأن (سرعة الضوء في الهواء  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

### الحل

كل الأدلة تشير إلى استخدام القانون  $\Delta y = \frac{\lambda R}{d}$  والى هجيب منها  $\lambda = \frac{c}{\nu}$  ومنها  $\nu = \frac{c}{\lambda}$

$$\Delta y = \frac{\lambda R}{d} \rightarrow 0.002 = \frac{\lambda \times 0.75}{0.00015}$$

$$\lambda = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}} = 7.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

4] في تجربة الشق المزدوج ليونج إذا كانت المسافة بين الحائل والشقين  $d = 1 \text{ m}$  والمسافة بين الشقين  $0.2 \text{ mm}$  والمسافة بين هديتين متتاليتين من نفس النوع  $\Delta y = 0.003 \text{ m}$  احسب تردد الضوء المتداخل (علماً بأن سرعة الضوء  $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

واجب



5 في تجربة الشق المزدوج ليونج كان الفاصل بين هذين الشقين الداخليين للضوء الأخضر يساوي  $0.275 \text{ mm}$  والطول الموجي له  $550 \text{ nm}$  وعند استخدام ضوء أحمر طوله الموجي  $600 \text{ nm}$  أو ضوء بنفسجي طوله الموجي  $400 \text{ nm}$  حصلنا على هذين الآخرين، أوجد:

9 المسافة بين هذين الشقين المتكونة بالضوء الأحمر  $\Delta y_2$

10 البنفسجي  $\Delta y_3$

### الحل

ملحوظة: إذا تم التغيير من حالة إلى حالة أخرى بعمل معادلة للحالة الأولى ومعادلة للحالة الثانية وبجمل المعادلتين مع بعض.

في سوا في حالة الضوء الأحمر أو الضوء البنفسجي،  $R$  و  $d$  ثابتين و  $\lambda$  و  $\Delta y$  متغيرين وكذلك في حالة الضوء الأخضر.

في حالة الضوء الأخضر:

$$\Delta y_1 = \frac{\lambda_1 R}{d} \quad (1)$$

$$\Delta y_2 = \frac{\lambda_2 R}{d} \quad (2) \quad \text{البنفسجي} \quad \Delta y_3 = \frac{\lambda_3 R}{d} \quad (3)$$

$$\frac{\Delta y_1}{\Delta y_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \text{بقسمة (1) على (2)}$$

$$\therefore \frac{0.275 \times 10^{-3}}{\Delta y_2} = \frac{550}{600} \rightarrow \Delta y_2 = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\frac{\Delta y_1}{\Delta y_3} = \frac{\lambda_1}{\lambda_3} \quad \text{بقسمة (1) على (3)}$$

$$\therefore \frac{0.275 \times 10^{-3}}{\Delta y_3} = \frac{550}{400} \rightarrow \Delta y_3 = 2 \times 10^{-4} \text{ m}$$



## رابعاً : حيود الضوء

### كيفية حدوثه :

- لما موجات ضوء أحادي اللون تسقط على حاجز هلاقيها :  
[P] تغير اتجاه انتشارها ... أي تحيد عن اتجاهها .
- [B] تتداخل الموجات مع بعضها خلف الحاجز لتعطي هدب الحيود .

- يظهر على الحائل بقعة دائرية مضيئة يطلق عليها **قرص إيري** ولما درسنا البقعة المضيئة دى في قرب ، ظهر وجود هدب مضيئة وأخرى مظلمة .

**هدب الحيود :** مناطق مضيئة تتخللها مناطق مظلمة تنتج من تداخل موجات الضوء التي حدث لها حيود .

ذكر

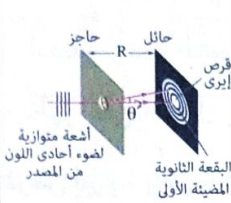
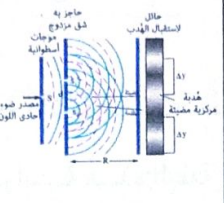


**حيود الضوء :** ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدي إلى تراكب الموجات وتكون هدب مضيئة وأخرى مظلمة .

**قرص إيري :** بقعة مضيئة مركزية تتكون عند حيود الضوء من فتحة دائرية وتكون شدة الضوء فيها أعلى مما يمكن .

**علل . لا يوجد فرق جوهري بين نموذجي التداخل والحيود ؟**

- لأن كل منهما ظاهرة موجية تنشأ من تراكب الموجات .



ظاهرة الحيود	ظاهرة التداخل	ظاهرة الانكسار	ظاهرة الانعكاس	الشكل
 <p>حاجز R حائل قوس إيرى أشعة متوازية لضوء أحادي اللون من المصدر البقعة الثانوية المضيئة الأولى</p>	 <p>حاجز به شق مزدوج موجات السطحية مركبة مضيئة أشعة مركبة مضيئة أشعة</p>	 <p>الشعاع الساقط المنكسر الزاوية <math>\theta</math></p>	 <p>الشعاع المنعكس الزاوية <math>\phi</math> الزاوية الانعكاس السطح العاكس</p>	
<p>ظاهرة تغير مسار موجات الضوء عند مرورها خلال فتحة ضيقة مما يؤدي إلى تراكم الموجات وتكون هُذب مضيئة وأخرى مظلمة</p>	<p>ظاهرة تراكم موجات الضوء الصادرة من مصدرين مترابطين وينتج عنها تقوية في شدة الضوء في بعض المواضع وانعدام في شدة الضوء في مواضع أخرى</p>	<p>انحراف مسار الضوء عندما يجتاز السطح الفاصل بين وسطين شفافين مختلفين في الكثافة الضوئية</p>	<p>ارتداد الأشعة الضوئية في نفس الوسط عندما تقابل سطحاً عاكساً</p>	التعريف

مكان الحدوث	عند السطح العاكس في نفس الوسط	عند السطح الفاصل بين وسطين مختلفين في الكثافة الضوئية	في نفس الوسط خلف الشق المزدوج	عند فتحة في عائق أو حافة حاجز في نفس الوسط
شرط الحدوث	أن تقابل موجات الضوء سطح عاكس	أن يكون الوسطين الشفافين مختلفين في الكثافة الضوئية	* أن يكون كل من المصدرين الضوئيين أحادي الطول الموجي. * أن يكون المصدران الضوئيان مترابطين أي لهما نفس التردد والسعة والطور.	أن تكون أبعاد فتحة العائق مقاربة للطول الموجي لموجة الضوء والعكس صحيح

م / أحمد جمال  
٥١٥ ٦٥ ١٤٢٤ ٥٩

الفيزياء ببساطة

« معاً للإستمتاع بالفيزياء »



Subject: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

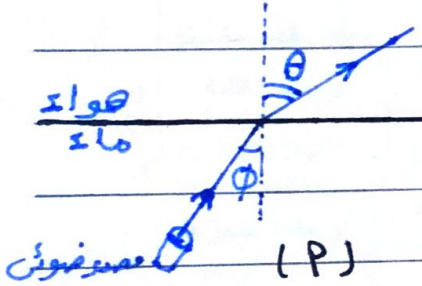
## الفصل الثاني

### الدرس الثاني

### أولاً : الانعكاس الكلي

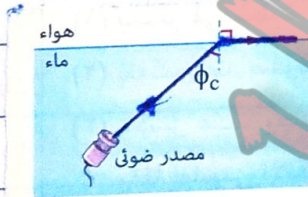
محرر

\* كيفية حدوثه : عندى وسطين ... وسط أكبر فى الكثافة الضوئية كالـ ماء ووسط أقل فى الكثافة الضوئية كالهواء ، وعاونيت نسقط شعاع ضوئى من الماء وهو الوسط الأكبر إلى الهواء وهو الوسط الأقل فهناق أن الشعاع الضوئى ينكسر مبتعداً عن العمود كما بالشكل (P) .



لما بزود زاوية السقوط فى الماء تزداد زاوية الانكسار فى الهواء .

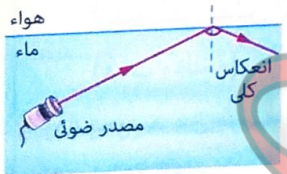
لما تصل زاوية السقوط إلى قيمة معينة تصبح زاوية الانكسار أكبر قيمة لها وتساوى هو أى يخرج الشعاع المنكسر موازياً للسطح الفاصل ، ويُطلق على زاوية السقوط فى هذه الحالة الزاوية الحرجة  $(\phi_c)$  (شكل ب) .



(شكل ب)

لما بزود زاوية السقوط عن الزاوية الحرجة

هناق إلى الشعاع لا ينفذ إلى الوسط الأقل فى الكثافة الضوئية ولكنه ينعكس انعكاس كلى (ج) .



(شكل ج)

الزاوية الحرجة بين وسطين  $(\phi_c)$  : زاوية سقوط فى الوسط الأكبر كثافة ضوئية تقابلها زاوية انكسار فى الوسط الأقل كثافة ضوئية تساوى هو .  
الانعكاس الكلى : انعكاس الشعاع الضوئى داخل الوسط الأكبر كثافة ضوئية عندما تكون زاوية سقوطه أكبر من الزاوية الحرجة بين الوسطين .



## شروط حدوث الانكسار الكلي

- (١) سقوط الأشعة من وسط أكبر كثافة ضوئية إلى وسط أقل كثافة ضوئية.  
(٢) أن تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية بين الوسطين.

### استنتاج العلاقة بين جيب الزاوية الحرجة ومعامل الانكسار لوسط :

من قانون سنل :  $n_1 \sin \phi = n_2 \sin \theta$

ولكن زاوية السقوط تساوي الزاوية الحرجة وزاوية الانكسار  $= 90^\circ$

$\therefore \phi = \phi_c$  و  $\theta = 90^\circ$

$\therefore n_1 \sin \phi_c = n_2 \sin 90^\circ$  و  $\sin 90^\circ = 1$

$\therefore \sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{n_2}$

وعندما يكون الوسط الأقل كثافة ضوئية هو الماء فإن :

$n_1 = n$  و  $n_2 (\text{هواء}) = 1$

$\therefore \sin \phi_c = \frac{1}{n}$

حيث  $n$  معامل الانكسار المطلق للوسط الأكبر كثافة ضوئية.



## مسائل

### القوانين المستخدمة:

\*  $\sin \phi_c = \frac{n_2}{n_1}$  (القيمة الأقل)  $\sin \phi_c = \frac{1}{n}$   $n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta}$  (القيمة الأكبر)

1] إذا سقط شعاع ضوئي على سطح سائل وكانت زاوية السقوط  $30^\circ$  وزاوية الانكسار  $22^\circ$ ، احسب الزاوية الحرجة للشعاع عندما ينتقل من السائل إلى الهواء.

**الحل**

$$n = \frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{\sin 30}{\sin 22} = 1.355$$

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.355}$$

$$\therefore \phi_c = 79.11^\circ$$

2] إذا كانت معامل الانكسار المطلق لكل من الزجاج والماء 1.6 و 1.33 على الترتيب، احسب:

a] الزاوية الحرجة لكل منهما.

b] للضوء الساقط من الزجاج إلى الماء.

**الحل**

$$n_1 = 1.6 \text{ زجاج} \quad n_2 = 1.33 \text{ ماء}$$

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n_1} = \frac{1}{1.6} = 0.625$$

$$\therefore \phi_c = 38.68^\circ$$

**3**

العزیز



$$\sin \phi_c = \frac{1}{n_2} = \frac{1}{1.33} = 0.7519$$

$$\phi_c = 48.75^\circ$$

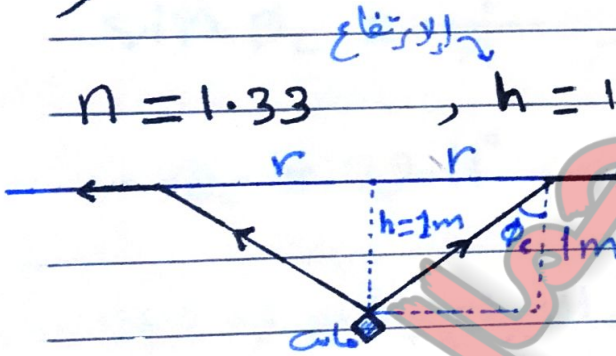
$$\sin \phi_c = \frac{n_{\text{ماء}}}{n_{\text{زجاج}}} = \frac{1.33}{1.6}$$

$$\therefore \phi_c = 56.23^\circ$$

2

3] وضعت قطعة من الماس في قاع حوض به ماء على عمق 1 m، أصغر قطر لقرص من الغليث يطفو على سطح الماء فوق قطعة الماس بحيث يكفى لحجب الضوء النافذ من سطح الماء والمنعكس من قطعة الماس. (علماً بأن معامل انكسار الماء 1.33)

الحل



عندى قرص من الغليث نصف قطره  $r$  ويسقط عليه الشعاعين التي قد امك دول بالزاوية الحرجة علشان يطلعوا مولزيت لسطح الماء ويتم حجبهم

موجة ضوء سرعة انتشارها في وسطين  $x$ ،  $y$  على الترتيب  $2.75 \times 10^8$  m/s،  $2 \times 10^8$  m/s احسب :

$$v_y \quad v_x$$

(أ) معامل الانكسار النسبي من  $x$  إلى  $y$

(ب) قيمة الزاوية الحرجة بين الوسطين.

$$\sin \phi_c = n_x = \frac{1}{n_y}$$

$$(ب) \quad n_y = \frac{v_x}{v_y} = \frac{2.75 \times 10^8}{2 \times 10^8} = 1.375$$

$$= \frac{1}{1.375} = 0.73$$

$$\therefore \phi_c = 46.89^\circ$$

4

العزیز



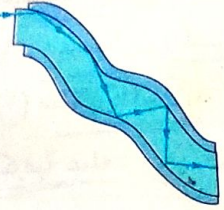
Subject: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## \* تطبيقات على الانعكاس الكلي للضوء

الألياف الضوئية (البصرية) المنشور العاكس المرآة

## ① الألياف الضوئية

التركيب

قضيب مصمت مش فارغ من جواه والقضيب ده رفيع من مادة مرنة شفافة وطبعاً مرنة يعني بتأخذ وتدي معاك ، وممكن أجمع الألياف الضوئية في حزم مكونة من آلاف الألياف .

الألياف الضوئية : قضيب مصمت رفيع من مادة مرنة شفافة إذا دخل الضوء من أحد طرفيه فإنه يعاني انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر .

• هذا يحدث عند سقوط شعاع ضوئي على أى جزء من الجدار الداخلى للليفة الضوئية بزاوية سقوط أكبر من الزاوية الحرجة ؟  
يلقى هذا الشعاع انعكاسات كلية متتالية حتى يخرج من الطرف الآخر للليفة الضوئية دون فقد يذكر في الشدة الضوئية .

• الاستخدام : ① الوصول إلى أماكن يصعب توصيل الضوء إليها .

② نقل الضوء في مسارات منحنية بدون فقد يذكر في الشدة الضوئية .

③ الفحوص الطبية مثل المناظير الطبية .

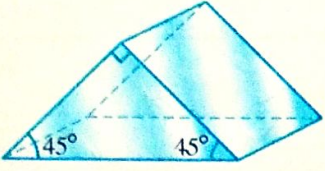
④ الاتصالات عن طريق تحويل الإشارات الكهربائية إلى ضوئية في

كابلات الألياف الضوئية .

(العزير)



# ٢ المنشور العاكس



- منشور ثلاثي من الزجاج زواياه  $(90^\circ, 45^\circ, 45^\circ)$ .

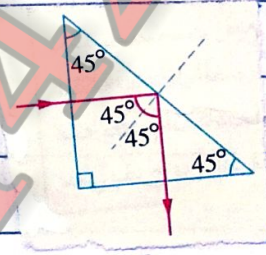
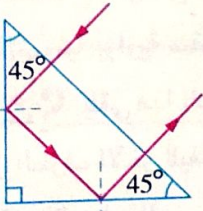
**عل** - يفضل المنشور العاكس عن السطح المعدني العاكس (المراة) في بعض الأجهزة البصرية ؟

- لأن المنشور يسبب للضوء الساقط عمودياً عليه انعكاساً كلياً وبالتالي
- يتعدم الفقد في الطاقة الضوئية بينما لا يوجد سطح عاكس كفاءته  $100\%$ .
- السطح العاكس تقل كفاءته عند ما يفقد بريقه وهذا لا يحدث في المنشور.

كل

\* كيفية عمل المنشور ١ -

١ تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار  $90^\circ$  ٢ تغيير مسار الشعاع الضوئي بمقدار  $180^\circ$



- يسقط الشعاع عمودياً على أحد الضلعين - يسقط الشعاع عمودياً على السطح المقابل القائم في المنشور فينفذ على استقامته للزاوية القائمة فينفذ على استقامته ليسقط على السطح المقابل للزاوية القائمة ليسقط على أحد الضلعين القائميين بزاوية  $45^\circ$ .

- ينعكس هذا الشعاع انعكاس كلي بزاوية  $45^\circ$  لأن الزاوية الحرجة بين الزجاج والهواء  $42^\circ$ .

- الشعاع المنعكس يخرج عمودياً منه الضلع الآخر للزاوية القائمة - الشعاع المنعكس ليسقط بزاوية  $45^\circ$  على الضلع القائم الآخر وحينئذ ينعكس منه بزاوية  $45^\circ$  العزير ليسقط على الضلع المقابل للقائمة ويخرج منه عمودياً.



**علل** • تغطي أوجه المنشور العاكس بطبقة رقيقة من مادة غير عاكسة معامل انكسارها أقل من معامل انكسار الزجاج مثل فلوريد الألومنيوم وفلوريد الماغنسيوم لتجنب فقد الحادث في الأشعة الضوئية عند دخولها أو خروجها من المنشور فتزداد كفاءة المنشور.

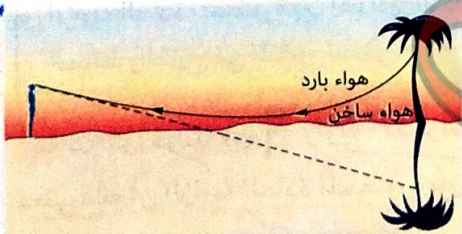
## ٢ السراب

وانت راكب العربية في يوم شديد الحرارة وماشي بالطريق هتلاق بالطريق كأنه مغطى بالماء، وبتشوف للنخل في الصحراء صور مقلوبة مثل التي تحدث بالانعكاس من سطح الماء، فهتفكر إن فيه ماء وهو أصلاً مفيش لك حصل ظاهرة اسمها السراب.

حج

### تفسير ظاهرة السراب

في الأيام شديدة الحرارة هتلاق إن درجة حرارة طبقات الهواء الملاصقة لسطح الأرض بترتفع فتقل كثافتها عن كثافة الطبقات التي تعلوها وبالتالي تصبح معاملات انكسار طبقات الهواء العليا أكبر من التي تحتها  $(n_1 > n_2)$  .  
عند انتقال شعاع ضوئي لقمة نخلة مثلاً من طبقات الهواء العليا إلى الطبقات التي تحتها فإنه ينكسر مبتعداً عن العمود تبعاً لقانون سنل  $(\frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{n_2}{n_1})$   
انحراف الشعاع الضوئي بيزيد متخذاً مساراً منحنياً.  
لما تصبح زاوية السقوط في إحدى الطبقات أكبر من الزاوية الحرجة للطبقة التي تحتها هتلاق إن الشعاع الضوئي ينعكس انعكاساً كلياً متخذاً مساراً منحنياً إلى أعلى حتى يصل إلى العين فتري العين النخلة مقلوبة وكأنها صورة منعكسة من سطح الماء.



العزیز

7

م / أحمد جمال  
٥١٥٦٥١٤٢٤٥٩



Subject :

Date :

## الدرس الثاني

## الجزء الثاني

تحليل الضوء الأبيض

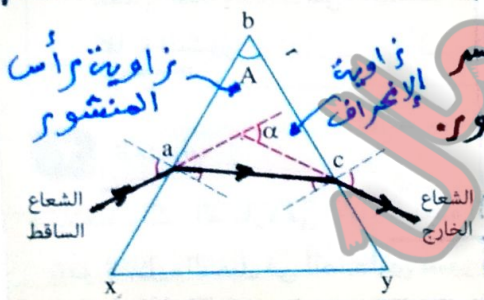
عندما يسقط الضوء الأبيض على منشور ثلاثي في وضع معين فإن الضوء الخارج يتحلل إلى ألوان الطيف.

أنواع المنشور الثلاثي :

١ المنشور العادي . ٢ المنشور الرقيق .

١ المنشور العادي

- لو سقط شعاع ضوئي على الوجه (b) للمنشور هينكسر داخل المنشور حتى يسقط على (a) ثم يخرج من المنشور الشعاع الضوئي انكسر مرتين وبالتالي هو انحرف عن مساره بزواوية يطلق عليها زواوية الانحراف (α).



زاوية الانحراف في المنشور : الزاوية العادة المحصورة بين امتدادى الشعاعين الساقط والخارج في المنشور الثلاثي .

زاوية رأس المنشور : الزاوية المحصورة بين وجهي المنشور، أحدهما يدخل فيه الشعاع الضوئي والآخر يخرج منه الشعاع الضوئي .

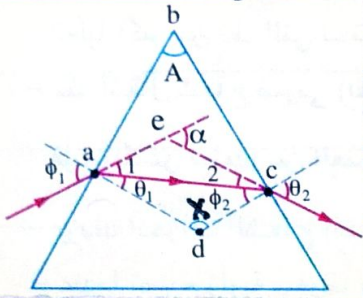


## استنتاج قوانين المنشور الثلاثي

\* الشكل d c ط ه رابعي دائري وبالتالي مجموع أي زاويتين متقابلتين  $= 180^\circ$

$$\therefore A + X = 180^\circ$$

$$\therefore X = 180^\circ - A \quad (1)$$



في المثلث d c ط ← مجموع زوايا  $= 180^\circ$

$$\therefore \theta_1 + \phi_2 + X = 180^\circ \quad (2)$$

بالتعويض من (1) في (2)

$$\therefore \theta_1 + \phi_2 + 180^\circ - A = 180^\circ$$

$$\therefore \boxed{A = \theta_1 + \phi_2}$$

يحتاجنا ندخل على زاوية الانحراف  $(\alpha)$ :

زاوية الانحراف  $(\alpha)$  خارجة عن المثلث e c ط وبالتالي فهي تساوي مجموع زوايا المثلثين h c ط و e c ط المجاورة.

$$\therefore \alpha = \hat{1} + \hat{2} = (\phi_1 - \theta_1) + (\theta_2 - \phi_2)$$

$$\therefore \alpha = \theta_2 + \phi_1 - (\theta_1 + \phi_2)$$

$$\therefore \boxed{\alpha = \theta_2 + \phi_1 - A}$$



✳ إذا أردنا يا صديقي أن نتبع مسار شعاع ضوئي ساقط على منشور ثلاثي فلا بد أن نراعى ما هو آتى :

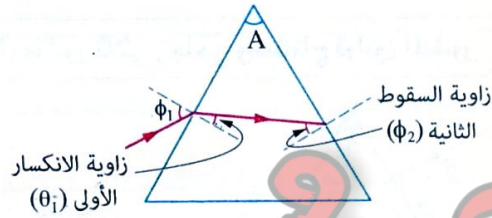
**أولاً**

زاوية السقوط الأولى ( $\phi_1$ )

( $\phi_1$ ) بالنسبة للمضفر  
فإذا كانت

(١)  $0^\circ < \phi_1$

ينكسر الشعاع داخل المنشور ويسقط على الوجه المقابل،

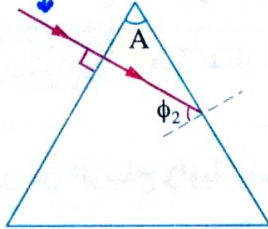


$\sin \theta_1 = \frac{\sin \phi_1}{n}$  ,  $A = \theta_1 + \phi_2$

وتكون

(٢)  $0^\circ = \phi_1$  (سقط الشعاع عمودياً)

ينفذ الشعاع دون أن يعاني أى انكسار،  
الشعاع الساقط مطابق للعمودى



$\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ$  ,  $A = \phi_2$

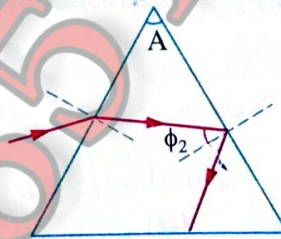
**ثانياً**

زاوية السقوط الثانية ( $\phi_2$ )

( $\phi_2$ ) بالنسبة للزاوية العرجة  $\phi_c$   
فإذا كانت

(١)  $\phi_c < \phi_2$  (الزاوية العرجة للمنشور)

ينعكس الشعاع انعكاساً كلياً داخل المنشور،

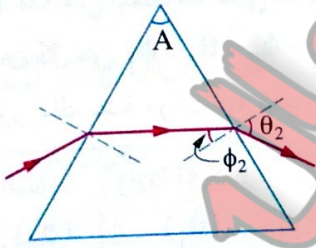


زاوية السقوط = زاوية الانعكاس  $\phi_2$

وتكون

(٢)  $\phi_c > \phi_2$

ينكسر الشعاع خارج المنشور مقترباً من السطح الفاصل (مبتعداً عن العمود)،



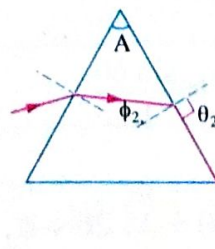
$\sin \theta_2 = n \sin \phi_2$

**ثالثاً** زاوية الخروج ( $\theta_2$ )

فإذا كانت

(١)  $\theta_2 = 90^\circ$

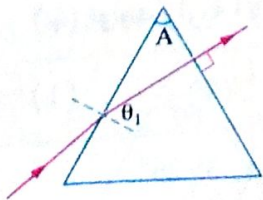
يخرج الشعاع مماساً للسطح الفاصل،



$\phi_2 = \phi_c$  ,  $A = \theta_1 + \phi_c$

وتكون

(٢)  $\theta_2 = 0^\circ$  يخرج الشعاع عمودياً على الوجه المقابل للمنشور،



$\phi_2 = \theta_2 = 0^\circ$  ,  $A = \theta_1$



## قوانين

### المنشور العادي

زاوية الانحراف

$$\alpha = \theta_2 + \phi_1 - A$$

زاوية رأس المنشور

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

فإذا

خرج الشعاع مماساً

$$\phi_2 = \phi_c \text{ و } \theta_2 = 90^\circ$$

$$A = \theta_1 + \phi_c$$

$$\alpha = \phi_1 + 90 - A$$

خرج الشعاع عمودياً

$$\phi_2 = \theta_2 = 0^\circ$$

$$A = \theta_1$$

$$\alpha = \phi_1 - \theta_1$$

سقط الشعاع عمودياً

$$\phi_1 = \theta_1 = 0^\circ$$

$$A = \phi_2$$

$$\alpha = \theta_2 - \phi_2$$

### مسائل

1] سقط شعاع ضوئي في الهواء على أحد أوجه منشور ثلاثي زجاجي زاوية رأسه  $72^\circ$  فانكسر الشعاع بزاوية  $30^\circ$  وخرج مماساً للوجه الآخر، أوجد:

2] الزاوية الحرجية للزجاج والهواء.  $\phi_c$

3] معامل انكسار مادة المنشور.  $n$

4] جيب زاوية السقوط الأولى.  $\sin \phi_1$

### الحل

ملحوظة: زاوية السقوط يُرمز لها بالرمز  $\phi$  و الانكسار بـ  $n$

5] من المعروف ان الزاوية الحرجية تمثل زاوية سقوط في وسط يقابل زاوية انكسار في الوسط الآخر تساوي 90 ولأن زاوية الانكسار هنا بعد الخروج من الوجه الثاني للمنشور تصبح الزاوية الحرجية لـ  $\phi_2$ .



$$A = \theta_1 + \phi_2$$

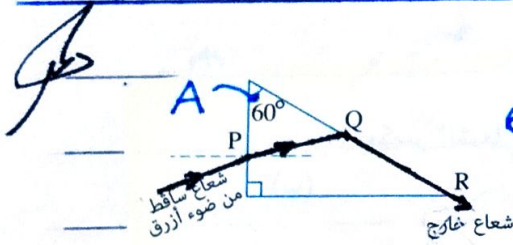
$$72 = 30 + \phi_2 \rightarrow \phi_2 = 42^\circ$$

$$\phi_c = \phi_2 = 42^\circ$$

$$n = \frac{1}{\sin \phi_c} = \frac{1}{\sin 42^\circ} = 1.49$$

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} \rightarrow 1.49 = \frac{\sin \phi_1}{\sin 30}$$

$$\therefore \sin \phi_1 = 0.745$$



إذا سقط الشعاع الأزرق على أحد أوجه المنشور عند النقطة (P) وكانت زاوية الانكسار  $23^\circ$  ثم سقط على الوجه الآخر عند النقطة (Q) وخرج الشعاع مماساً للسطح QR، أوجد :  
(أ) الزاوية الحرجة للضوء الأزرق.  
(ب) معامل انكسار مادة المنشور للضوء الأزرق.

**الحل**

$$A = \theta_1 + \phi_2, 60 = 23 + \phi_2 \rightarrow \phi_2 = 37^\circ$$

$$\phi_c = \phi_2 = 37^\circ$$

$$n = \frac{1}{\sin \phi_c} = \frac{1}{\sin 37^\circ} = 1.66$$

العزیز

5



٣ منشور ثلاثي معامل انكساره  $n = 1.5$  أسقط شعاع ضوئي على أحد أوجهه بزاوية سقوط  $45^\circ$  فخرج بزاوية  $52^\circ$  من الوجه الآخر **احسب** زاوية رأس المنشور  $A$ .

**الحل**

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin 45}{\sin \theta_1} \rightarrow \theta_1 = 28.13^\circ$$

$$n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin 52}{\sin \phi_2} \rightarrow \phi_2 = 31.69^\circ$$

$$A = \theta_1 + \phi_2 = 28.13 + 31.69 = 59.82^\circ$$

واحد يقول اشمننا في الأول خيلنا  $n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_2}$  وبعد كده خيلنا  $n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \phi_2}$

أرد عليه وأقول يا  $n$  هي جيب الزاوية التي في الهواء ÷ جيب الزاوية التي في الوسط وعندنا هنا :

١ في الوجه الأول  $\leftarrow \phi_1$  في الهواء و  $\theta_1$  في المنشور .

٢ // // الثاني  $\leftarrow \theta_2$  // //  $\phi_2$  //



$$\phi_2 = 0$$

A

سقط شعاع ضوئي على أحد وجهي منشور ثلاثي زاوية رأسه  $30^\circ$  وخرج عمودياً من الوجه الآخر، احسب زاوية سقوط الشعاع الضوئي إذا كان معامل انكسار مادة المنشور  $\sqrt{3}$

[4]

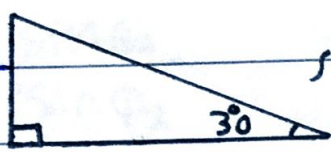
**الحل**

$$A = \theta_1 + \phi_2$$

$$\therefore 30 = \theta_1 + 0 \rightarrow \theta_1 = 30^\circ$$

$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} \rightarrow \sqrt{3} = \frac{\sin \phi_1}{\sin 30} \rightarrow \phi = 60^\circ$$

شعاع ضوئي

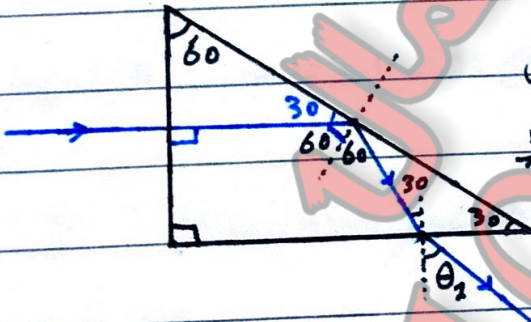


5 في الشكل المقابل: إذا علمت أن معامل انكسار مادة المنشور 1.5 تتبع مسار الشعاع الضوئي خلال المنشور، ثم احسب زاوية الخروج.

**الحل**

ياسيدى الفاضل أنا عاوز أعرف الزاوية الحرجية بكام علشان لو زاوية السقوط داخل المنشور أكبر منها يبقى يحصل انكاس كلي ولو أصغر يبقى انكاس.

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \rightarrow \phi_c = 41.81^\circ$$



يسقط هذا الشعاع اللعين عمودياً على الوجه الأول فتنفذ منه لتسقط على الوجه الآخر بزاوية سقوط  $60^\circ$  والتي حسبت كالتالي

من المثلث الصغير اللي فوق هتلاق الزاوية اللي

باقية تساوي  $30^\circ$  والزاوية المتممة لها تساوي  $60^\circ$  وهي زاوية السقوط.

بما إن زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجية.

الشعاع ينعكس انعكاساً كلياً داخل المنشور ويسقط على الوجه الآخر

بزاوية  $60^\circ$  والتي حسبت كالتالي: بصع هتلاق عندك شكل رباعي مكون من

مسار الشعاع و ضلع القائمة في المنشور وطبقاً لمجموع زوايا أي شكل رباعي  $360^\circ$

وبالتالي الزوايا اللي عندي هي  $90^\circ$ ،  $90^\circ$ ،  $120^\circ$  فتصبح الزاوية المتبقية بـ  $60^\circ$

**7**

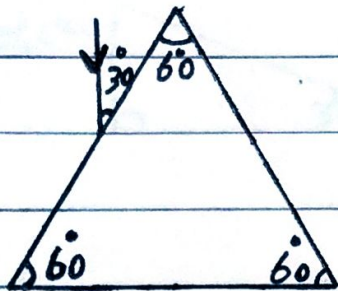


والمتممة لها تساوي  $30^\circ$  وهي زاوية السقوط على الوجه الآخر للمنشور ويخرج الشعاع بزاوية  $\theta_2$ .  
بتطبيق قانون سنل:

$$n_1 \sin 30^\circ = n_2 \sin \theta_2$$

$$1.5 \times 0.5 = 1 \times \sin \theta_2 \rightarrow \sin \theta_2 = 0.75$$

$$\therefore \theta_2 = 48.59^\circ$$



٦ في الشكل المقابل:

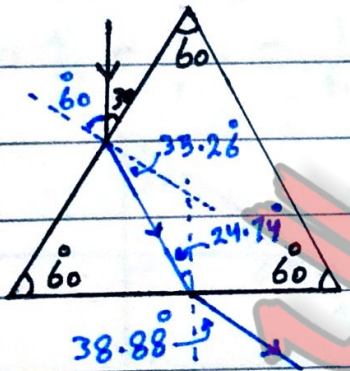
إذا كان معامل انكسار مادة المنشور 1.5:

١ تتبع مسار الشعاع الضوئي.

٢ أوجد زاوية خروج الشعاع من المنشور.

٣ أوجد زاوية الانحراف.

**الحل**



$$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \theta_1}$$

$$\therefore \theta_1 = 35.26^\circ$$

$$A = \theta_1 + \phi_2 \rightarrow 60 = 35.26 + \phi_2 \rightarrow \phi_2 = 24.74^\circ$$

$$\sin \phi_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} \rightarrow \phi_c = 41.81^\circ$$

$$\therefore \phi_2 < \phi_c$$

∴ ينكسر الشعاع ليخرج من المنشور مقترباً من السطح الفاصل.

العزیز

8



Subject: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

$$n = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$$

$$\therefore 1.5 = \frac{\sin \theta_2}{\sin 24.74} \rightarrow \theta_2 = 38.88^\circ$$

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

$$= 60 + 38.88 - 60 = 38.88^\circ$$

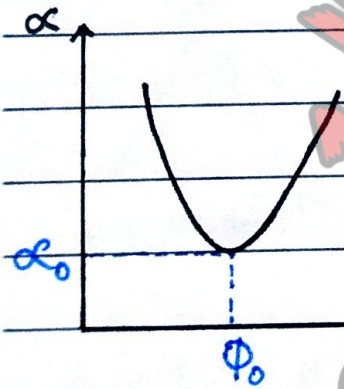
\* العوامل التي تتوقف عليها زاوية الانحراف في المنشور الثلاثي:

$$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

اكتب ياعم العلاقة بين هادي ←

ومنها تتوقف زاوية الانحراف في منشور ثلاثي زاوية رأسه  $A$  على زاوية السقوط  $\phi_1$ .

\* العلاقة بين زاوية الانحراف ( $\alpha$ ) وزاوية السقوط الأولى ( $\phi_1$ ):



- لو بصيت للرسمه دي هتلاقينا مثلاً  $\phi_0$  على الرأس وزاوية السقوط  $\phi_1$  على الأفق.

- لو بدأنام من عند الصفر وما شيين ناحية اليمين

في اتجاه زيادة  $\phi_1$  هلاقى زاي المنحنى بيقل وهذا يعني زاي زاوية الانحراف بتقل لحد ما توصل إلى أقل قيمة لها وهي  $\alpha_0$  وبعدها بتزيد بزيادة  $\phi_1$ .

$\alpha_0$  ← هي النهاية الصغرى للانحراف.



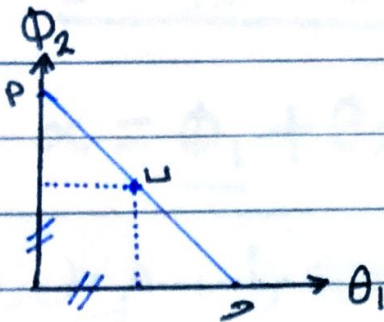
ما هي شروط حدوث النهاية الصغرى للانحراف ؟

- أن يكون  $\phi_1 = \theta_2$  □ أن يكون  $\phi_2 = \theta_1$  .  
 وأيضاً شرط منهما يتحقق يتحقق الآخر .

زاوية النهاية الصغرى للانحراف ( $\alpha_0$ ) : أصغر قيمة لزاوية انحراف أشعة الضوء في المنشور .

حسب

العلاقة بين  $\theta_1$  ،  $\phi_2$  في المنشور الثلاثي :



- ← P ،  $\theta_1$  يمثلوا زاوية رأس المنشور .  
 ← B ،  $\phi_2$  يمثل وضع النهاية الصغرى للانحراف  
 لأن عندها  $\theta_1 = \phi_2$

استنتاج معامل انكسار مادة المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف :

□ عندها يكون المنشور في وضع النهاية الصغرى للانحراف فإن :

$$\phi_1 = \theta_2 = \phi_0 \quad , \quad \alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$$

$$\phi_0 \quad \theta_0$$

$$\therefore \alpha = 2\phi_0 - A \quad \longrightarrow \quad 2\phi_0 = \alpha + A$$

$$\therefore \phi_0 = \frac{\alpha + A}{2}$$

$$\phi_2 = \theta_1 = \theta_0 \quad , \quad A = \theta_1 + \phi_2 \quad \longrightarrow \quad A = 2\theta_0$$

$$\therefore \theta_0 = \frac{A}{2}$$

$$\therefore n = \frac{\sin \phi_0}{\sin \theta_0} \quad \longrightarrow \quad \therefore n = \frac{\sin(\frac{\alpha_0 + A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})} \quad \neq$$

□ ١٥

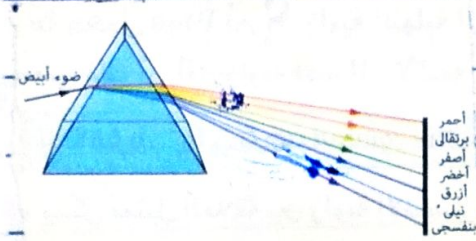


من العلاقة الأخيرة  $n \propto \frac{1}{\lambda}$  ثابتة وبالتالي  $n$  يتناسب طردياً مع  $\lambda$

\* من المعروف أن  $n$  يتوقف على الطول الموجي حيث  $n \propto \frac{1}{\lambda}$  وبالتالي  $\lambda$  تتوقف هي أيضاً على الطول الموجي.

## تفريق الضوء بواسطة المنشور الثلاثي

بصـ يابـنـ في الضوء الأبيض مكون من سبعة ألوان ولكل لون طول موجي وزاوية انحراف.



\* ماذا يحدث إذا سقطت حزمة ضوء أبيض على منشور ثلاثي في وضع النهاية العكسي للانحراف؟

يخرج الضوء من المنشور متفرقاً إلى ألوان الطيف، وهي كالآتي بالترتيب: أحمر - برتقالي - أصفر - أخضر - أزرق - بنفسي - بنفسجي.

\* علـ. الضوء البنفسجي أكبر انحرافاً من الضوء الأحمر؟

لأن زاوية الانحراف تتناسب طردياً مع معامل الانكسار، ومعامل الانكسار يتناسب عكسياً مع الطول الموجي، وبالتالي زاوية الانحراف تتناسب عكسياً مع الطول الموجي، ولأن الطول الموجي للضوء البنفسجي أقل من الطول الموجي للضوء الأحمر فالبنفسجي زاوية انحراف الضوء البنفسجي أكبر من زاوية انحراف اللون الأحمر.

م / أحمد جمال  
01065142409



# قوانين

$\alpha_0 = 2\phi_1 - A$ $= 2\theta_2 - A$ $= 2\phi_0 - A$	زاوية الانحراف	زاوية السقوط	$\phi_1 = \theta_2 = \phi_0$ $= \frac{\alpha_0 + A}{2}$
	وضع النهاية الصغرى للانحراف	زاوية الانكسار في الوسط الأول	
$n = \frac{\sin(\frac{\alpha_0 + A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$	معامل انكسار مادة المنشور	زاوية السقوط	$\phi_2 = \theta_1 = \theta_0$ $= \frac{A}{2}$
		زاوية الانكسار في الوسط الثاني	

## مسائل

$$A = 60^\circ$$

1] منشور ثلاثي متساوي الأضلاع، إذا كانت النهاية الصغرى لانحراف شعاع ضوئي يسقط عليه  $30^\circ$ ، أوجد:

2] معامل انكسار مادته  $n$

3] زاوية سقوط الشعاع  $\phi_1$

4] زاوية خروج  $\theta_2$

## الحل

$$n = \frac{\sin(\frac{\alpha_0 + A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})} = \frac{\sin(\frac{30 + 60}{2})}{\sin(\frac{60}{2})} = 1.414 \quad [P]$$

$$\phi_1 = \phi_0 = \frac{\alpha_0 + A}{2} = \frac{30 + 60}{2} = 45^\circ \quad [C]$$

$$\theta_2 = \phi_1 = 45^\circ \quad [D]$$



منشور ثلاثي معامل انكسار مادته  $\sqrt{2}$  وزاوية رأسه  $60^\circ$ ، احسب:  
 (أ) زاوية النهاية الصغرى للانحراف فيه  $\alpha_0$   
 (ب) زاوية السقوط، وزاوية الخروج عند النهاية الصغرى للانحراف  $\theta_2$



www.Cryp2Day.com

موقع مذكرات جاهزة للطباعة

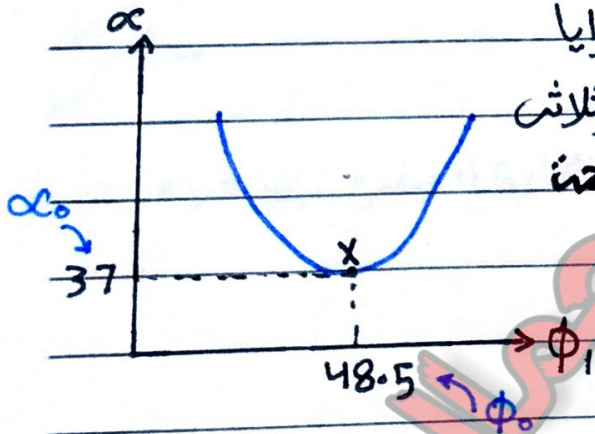
**الحل**

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \rightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + 60}{2}\right)}{\sin\left(\frac{60}{2}\right)}$$

$$\therefore \frac{\alpha_0 + 60}{2} = 45 \rightarrow \alpha_0 = 30^\circ$$

$$\phi_1 = \theta_2 = \frac{\alpha_0 + A}{2} = \frac{30 + 60}{2} = 45^\circ$$

**الرسم البياني المقابل يوضح العلاقة بين زوايا سقوط شعاع ضوئي  $(\phi_1)$  على أحد وجهي منشور ثلاثي وزوايا الانحراف  $(\alpha)$  لهذا الشعاع، مع القيم الموضحة بالرسم احسب:**



أ) زاوية خروج الشعاع عند الوضع X.

ب) زاوية رأس المنشور.

ج) معامل انكسار مادة المنشور.

**الحل**

أ) الوضع X الذي في الرسم هو وضع النهاية الصغرى للانحراف وبالتالي:

$$\theta_2 = \phi_1 = 48.5^\circ$$

$$\alpha_0 = 2\phi_1 - A \rightarrow 37 = (2 \times 48.5) - A \rightarrow A = 6^\circ$$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{\sin\left(\frac{37 + 6}{2}\right)}{\sin\left(\frac{6}{2}\right)} = 1.5$$



Subject : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

## ٩ المنشور الرقيق



\* عبارة عن منشور ثلاثي مصنوع من مادة شفافة مثل الزجاج  
زاوية رأسه صغيرة لا تتجاوز 10 درجات ويكون دائماً  
في وضع النهاية الصغيرة للانحراف.

### مفاهيم مرتبطة بالمنشور الرقيق

↓  
قوة التفريق اللوني

↓  
الانفراج الزاوي

↓  
زاوية الانحراف

### \* زاوية الانحراف واستنتاجها :

• المنشور الرقيق دائماً في وضع النهاية الصغيرة للانحراف.

$$\therefore n = \frac{\sin\left(\frac{\alpha_0 + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

•  $\frac{A}{2}$  ،  $\frac{\alpha_0 + A}{2}$  زوايا صغيرة ، فيكون جيب الزاوية مساوياً لقيمة الزاوية  
بالتقدير الدائري.

$$\therefore n = \frac{\alpha_0 + A}{A} \rightarrow \alpha_0 = A(n-1)$$

### \* العوامل التي تتوقف عليها زاوية الانحراف في المنشور الرقيق :

$$\alpha_0 = A(n-1)$$

من العلاقة

•  $\alpha_0$  تتناسب طردي مع  $n$  ومع  $A$ .

• لاحظ  $\alpha_0$  لا تعتمد على  $\phi$ .

(العزير)



مسألة

منشور رقيق زاوية رأسه  $4^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $1.5$ ، أوجد زاوية انحراف الضوء المار خلاله.

**الحل**

$$\alpha_0 = A(n-1)$$

$$\therefore \alpha_0 = 7 \times (1.5 - 1) = 3.5^\circ$$

## الانفراج الزاوي واستنتاجه

حسب

ب. المنشور الرقيق دائماً في وضع النهاية الصغير للانحراف

ن. فهو يفرق شعاع الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف المرئي، وتنتج:

- زاوية انحراف الضوء الأحمر من العلاقة:  $(\alpha_0)_r = A(n_r - 1)$

-  $(\alpha_0)_b = A(n_b - 1)$  الأزرق // // //

$$\therefore (\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r = A(n_b - n_r)$$

حيث  $(\alpha_0)_b - (\alpha_0)_r$  هو الانفراج الزاوي بين الشعاعين الأزرق والأحمر ويمكن تعريفه كالتالي:

الانفراج الزاوي بين اللونين (الأزرق والأحمر): الزاوية المحصورة بين امتدادى الشعاعين الأزرق والأحمر بعد خروجهما من المنشور.

**\* العوامل التي يتوقف عليها الانفراج الزاوي:**

① زاوية رأس المنشور.

② معامل انكسار مادة المنشور لكل من اللونين الأزرق والأحمر.

العزير



Subject : \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_

ياسيدى الفاضل ← اللون الأصفر لون متوسط بين الأزرق والأحمر،  
لذلك

[P] معامل الانكسار المتوسط  $(n_y)$  : متوسط معامل انكسار اللونين الأزرق والأحمر.

$$n_y = \frac{n_b + n_r}{2}$$

[Q] الانحراف المتوسط  $(\alpha_o)_y$  : متوسط انحراف الشعاعين الأزرق والأحمر.

$$(\alpha_o)_y = \frac{(\alpha_o)_b + (\alpha_o)_r}{2}$$

ح

### قوة التفريق اللونى واستنتاج

$$\therefore (\alpha_o)_r = A(n_r - 1) \text{ و } (\alpha_o)_b = A(n_b - 1)$$

$$\therefore (\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r = A(n_b - n_r)$$

وكذلك بالنسبة لزاوية انحراف الضوء الأصفر (وسط بين الأزرق والأحمر) :

$$(\alpha_o)_y = A(n_y - 1)$$

∴  $(\alpha_o)_y$  متوسط  $(\alpha_o)_r$  و  $(\alpha_o)_b$  متوسط  $n_r$  و  $n_b$ .

∴ قوة التفريق اللونى  $w_\alpha$  تحسب كالتالى :

$$w_\alpha = \frac{(\alpha_o)_b - (\alpha_o)_r}{(\alpha_o)_y} = \frac{A(n_b - n_r)}{A(n_y - 1)}$$

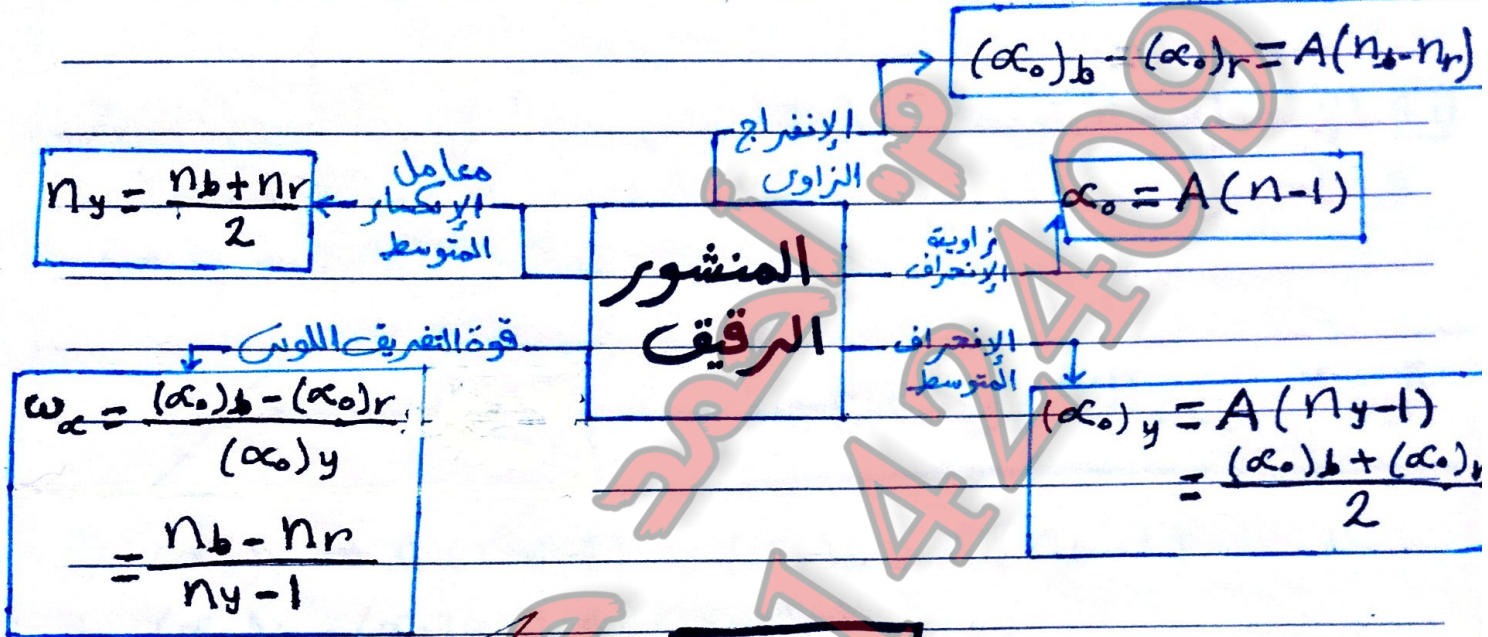
$$\therefore w_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$

قوة التفريق اللونى المنشور  $(w_\alpha)$  : النسبة بين الانحراف الزاوى للونين الأزرق والأحمر إلى زاوية انحراف اللون الأصفر.



# \* العوامل التي تتوقف عليها قوة التفريق اللوني للمنشور الرقيق:

معامل انكسار مادة المنشور الرقيق للألوان الأزرق والأحمر والأصفر.



## مسائل

1. منشور رقيق زاوية رأسه  $4^\circ$  ومعامل انكسار مادته  $1.5$ ، أوجد زاوية انحراف الضوء المار خلاله.

## الحل

$$\alpha_o = A(n - 1) = 4 \times (1.5 - 1) = 2^\circ$$



Subject: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_ 2

منشوران رقيقان أحدهما من الزجاج الصخرى معامل الانكسار المتوسط له 1.6 وقوة تفريقه اللوني 0.036 والثاني من الزجاج التاجي معامل الانكسار المتوسط له 1.5 وقوة تفريقه اللوني 0.028، فإذا كانت زاوية رأس المنشور الثاني  $7^\circ$ ، احسب زاوية رأس المنشور الأول علماً بأن الانفراج الزاوي لهما متساوي.

### الحل

- تعالى ندور في القوانيت التي جاب سيرتها  $A_1$  ... بعد التدوير لقيتها موجودة في القانون بتاع الانفراج الزاوي ... والراجل قال في المسألة ان الانفراج الزاوي لهما متساوي وبالتالي:

$$A_1 \cdot \underbrace{(n_b)_1}_{\text{مطلوبه}} - \underbrace{(n_r)_1}_{\text{مجهول}} = A_2 \cdot \underbrace{(n_b)_2}_{\text{مطلوبه}} - \underbrace{(n_r)_2}_{\text{مطلوبه}} \quad (1)$$

مع الواضع اننا علشان نجيب  $n_b - n_r$  هنستعين بقانون قوة التفريق اللوني،

$$w_{\omega} = \frac{n_b - n_r}{n_y - 1}$$

\* في حالة المنشور الأول:

$$(n_b)_1 - (n_r)_1 = (w_{\omega})_1 \cdot ((n_y)_1 - 1) = 0.036 \times (1.6 - 1) = 0.0216$$

✍

\* في حالة المنشور الثاني:

$$(n_b)_2 - (n_r)_2 = (w_{\omega})_2 \cdot ((n_y)_2 - 1) = 0.028 \times (1.5 - 1) = 0.014$$

تعالى نعوض في (1)

$$A_1 \times 0.0216 = 7 \times 0.014$$

$$\therefore A_1 = \frac{7 \times 0.014}{0.0216} = 4.5^\circ$$



3 منشور رقيق زاوية رأسه  $8^\circ$  ومعامل انكسار مادته للون الأزرق 1.7 وللون الأحمر 1.5، احسب:

4 الانفراج الزاوي بين اللونين الأزرق والأحمر.

5 قوة التفريق اللونية للمنشور  $W_\alpha$ .

6 زاوية انحراف كل من اللون الأحمر واللون الأزرق.

**الحل**

$$A(n_b - n_r) = 8(1.7 - 1.5) = 1.6^\circ$$

$$W_\alpha = \frac{n_b - n_r}{n_g - 1} = \frac{1.7 - 1.5}{1.6 - 1}$$

$$n_g = \frac{n_b + n_r}{2} = \frac{1.7 + 1.5}{1.6 - 1} = 1.6$$

$$(\alpha_0)_r = A(n_r - 1) = 8 \times (1.5 - 1) = 4^\circ$$

$$(\alpha_0)_b = A(n_b - 1) = 8 \times (1.7 - 1) = 5.6^\circ$$

\* مما سبق يمكن المقارنة بين المنشور العادي والمنشور الرقيق كالتالي:

المنشور الرقيق	المنشور العادي	زاوية رأس المنشور (A)
صغيرة ( $10^\circ$ تقريباً أو أقل)	كبيرة	(A)
$n = \frac{\alpha_0 + A}{A}$	$n = \frac{\sin \phi_1}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \phi_2}$	معامل الانكسار (n)
$\alpha_0 = A(n - 1)$ تكون دائماً نهاية صغيرة	$\alpha = \phi_1 + \theta_2 - A$	زاوية الانحراف
دائماً في وضع النهاية الصغرى للانحراف	لا يكون في هذا الوضع دائماً ويتعين معامل انكسار مادة المنشور $n = \frac{\sin(\frac{\alpha_0 + A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$ من العلاقة:	وضع النهاية الصغرى للانحراف
تحليل الضوء الأبيض إلى ألوان الطيف السبعة	* التحليل الطيفي. * كمنشور عاكس في بعض الأجهزة البصرية، مثل منظار الميدان والبيرسكوب الذي يستخدم في الفواصات.	أهم الاستخدامات

م/ أحمد جمال  
01063142409

الفيزياء ببساطة

انتخب منهج  
المقرر الأول

تمت لكم  
التوفيق